

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

**Überwachung der Herdengesundheit bei oberbayerischen
Fleckviehrindern unterschiedlicher Altersgruppen
mithilfe von Blutuntersuchungen**

von Maurice Marcel Ruhs
aus Limburg a. d. Lahn

München 2017

Aus dem Zentrum für Klinische Tiermedizin der Tierärztlichen
Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für Innere Medizin und Chirurgie der Wiederkäuer

Arbeit angefertigt unter der Leitung von
Univ.-Prof. Dr. Gabriela Knubben-Schweizer

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Joachim Braun

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Gabriela Knubben-Schweizer

Korreferent: Prof. Dr. Armin Scholz

Tag der Promotion:

11. Februar 2017

MEINER FAMILIE

INHALTSVERZEICHNIS

I.	EINLEITUNG	1
II.	LITERATURÜBERSICHT	2
1.	Überwachung der Herdengesundheit anhand von Blutparametern	2
1.1.	Harnstoff und Kreatinin	3
1.2.	Aspartat-Aminotransferase, Kreatinkinase und Kreatinkinase/ Aspartat-Aminotransferase-Quotient	4
1.3.	Bilirubin	4
1.4.	Glutamatdehydrogenase	5
1.5.	Gamma-Glutamyltransferase	5
1.6.	Phosphor.....	6
1.7.	Kalzium	6
1.8.	BHBA.....	7
1.9.	Magnesium	7
1.10.	Kupfer.....	7
1.11.	Kalium	7
1.12.	Parameter des roten Blutbildes.....	8
1.13.	Weißer Blutzellen	8
1.14.	Proteine.....	8
1.15.	D-Laktat	9
1.16.	Überblick der untersuchten Blutparameter	11
1.17.	Referenzwerte für einige Blut- und Serumparameter in der Literatur für das Rind	16
1.18.	Rasseabhängige Unterschiede von Referenzwerten.....	16
2.	Referenzwerte	17
2.1.	Ermittlung von Ausreißern	18
2.2.	Werteverteilung	19
2.3.	Parametrisches Verfahren	19
2.3.1.	Gauß'sches Toleranzintervall.....	19
2.3.2.	Gauß'sches 95 %-Perzentilintervall	20
2.4.	Nichtparametrisches Verfahren.....	20
2.4.1.	Nichtparametrisches Toleranzintervall	20
2.4.2.	Nichtparametrisches 95 %-Perzentilintervall.....	20

3.	Blutproben: Untersuchungsmaterial und Fehlerquellen	21
4.	Relevante Endoparasiten beim Rind	22
5.	Body condition scoring	24
6.	Paratuberkulose	24
III.	MATERIAL UND METHODEN	26
1.	Tiere.....	26
2.	Laboruntersuchungen.....	27
2.1.	Blutproben.....	28
2.2.	Ermittlung des body condition score (BCS) bei den Milchkühen	29
2.3.	Statistische Auswertung	31
2.4.	Kotproben.....	31
IV.	ERGEBNISSE	33
1.	Beurteilung des Gesundheitsstatus der beprobten Tiere anhand bekannter Referenzwerte, unter Berücksichtigung der ermittelten Referenzwerte	33
1.1.	Ermittelte Referenzwerte.....	33
1.2.	Vergleich der klinisch unauffälligen mit den klinisch auffälligen Kühen	39
2.	Kotprobenergebnisse	39
2.1.	Parasitenbefall auf Betriebsebene	39
2.2.	Prävalenz Einzeltier.....	39
2.3.	Anteil kokzidienbefallener Tiere mit dem Symptom Diarrhoe, Gegenüberstellung des Parameters „Höhe des Kokzidienbefalls“ und des Symptoms Diarrhoe	41
3.	Paratuberkulose	42
4.	Ergebnisse des body condition scoring.....	42
V.	DISKUSSION	44
VI.	ZUSAMMENFASSUNG	57
VII.	SUMMARY.....	59
VIII.	LITERATURVERZEICHNIS	61
IX.	ANHANG	70

X.	DANKSAGUNG	97
-----------	-------------------------	-----------

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

α	alpha
Abb.	Abbildung
AGID	Agar Gel Immunodiffusion
AP, ALP	Alkalische Phosphatase
ALT	Alanin-Aminotransferase
AST	Aspartat-Aminotransferase
β	beta
BCS	Body condition score
BHBA	Betahydroxybuttersäure
BNP	Bovine Neonatale Panzytopenie
BVD(V)	Bovine Virus Diarrhoe (Virus)
bzw.	beziehungsweise
°C	Grad Celsius
CK	Kreatinkinase
d	Dezi (10^{-1})
EDTA	Ethyldiamintetraessigsäure
ELISA	Enzyme-linked Immunosorbent Assay
<i>et al.</i>	<i>et alii</i>
f	Femto (10^{-15})
γ	gamma
G	Giga (10^9)
g	Gramm
GGT	Gamma-Glutamyltransferase
GLDH	Glutamatdehydrogenase

GSH-Px	Glutathionperoxidase
Hb	Hämoglobin
IBR	Infektiöse bovine Rhinotracheitis
IGF-I	Insulin-like growth factor 1
IU, U, I.E.	International unit, Internationale Einheit
k	probenumfangsabhängige Größe
kg	Kilogramm
l	Liter
L	2,5te Perzentil
L ₁	unterer Grenzwert
L ₂	oberer Grenzwert
LDH	Laktat-Dehydrogenase
LH	Litiumheparinat
LM	Lebendmasse
m	Milli (10 ⁻³)
MAT	Milchaustauscher
MCHC	Mittlere korpuskuläre Hämoglobinkonzentration
MCH	Mittleres korpuskuläres Hämoglobin
MCV	Mittleres korpuskuläres Erythrozytenvolumen
Mm	<i>Musculi</i>
μ	Micro (10 ⁻⁶)
NEFA	Nichtesterifizierte freie Fettsäuren
p	Wahrscheinlichkeit
PLT	Thrombozyten
s	Standardabweichung

T	Tera (10^{12})
T_n	Testgröße für kleinsten Wert
T_1	Testgröße für größten Wert
Tabl.	Tabelle
TM	Trockenmasse
U	97,5te Perzentil
WBC	Weiße Blutzellen
x	Wert
\bar{x}	Mittelwert
%	Prozent
®	registrierte Marke

I. EINLEITUNG

Durch die intensivierte Produktion in immer größeren landwirtschaftlichen Betrieben, verschiebt sich das Aufgabenfeld des Tierarztes zunehmend weg von der kurativen Tätigkeit beim Einzeltier hin zur Beratung bezüglich der Prävention von Krankheiten auf Herdenebene (LE BLANC *et al.*, 2006). Klinische und subklinische Krankheiten in einer Herde führen zu wirtschaftlichen Verlusten. Es entstehen nicht nur offensichtliche Kosten durch den täglichen Erhaltungsbedarf einer Kuh, sondern auch versteckte Kosten durch einsetzende Leistungsdepression, welche häufig durch subklinische Krankheiten verursacht wird (MULLIGANA *et al.*, 2006). Referenzwerte von Blutparametern zur Bewertung des Gesundheitszustandes eines Patienten sind seit vielen Jahren fester Bestandteil in der klinisch-kurativen Arbeit. Auch zur Beurteilung der Herdengesundheit in Milchviehbetrieben sind sie von großer Bedeutung. So ist beispielsweise das frühzeitige Erkennen und Behandeln von subklinischen Erkrankungen in der Laktation mit Blutuntersuchungen möglich, bei einigen Parametern zeigen sich allerdings statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Rassen, was die Bedeutung rassespezifischer Referenzwerte erkennen lässt (SPASIĆ *et al.*, 2011). MOHRI *et al.* (2007) wiesen zudem auf altersabhängige Veränderungen von Blut- und Serumparametern hin. Neben der Überwachung der Blutparameter sahen MULLIGANA *et al.* (2006) die Körperkonditionsbeurteilung als Basis einer interdisziplinären Zusammenarbeit von Landwirt und Tierarzt in Bezug auf die Herdengesundheit eines Betriebs. Infektionen mit *Fasciola hepatica* und Magen-Darm-Nematoden sind mitverantwortlich für wirtschaftliche Verluste in Rinderherden (CHARLIER *et al.*, 2008 und 2009). Daher wird in dieser Arbeit neben der Beurteilung von verschiedenen Blut- und Serumparametern bei oberbayerischen Fleckviehrindern unterschiedlicher Altersgruppen zur Ermittlung des Gesundheitsstatus anhand bekannter Referenzwerte, der Infektionsstatus einiger beim Rind relevanten Parasiten und eine Übersicht über die Körperkonditionsverteilung der Tiere gestellt. Gleichzeitig werden Referenzwerte für verschiedene Blut- und Serumparameter für bayerische Fleckviehrinder unterschiedlicher Altersgruppen ermittelt. Ein weiteres Ziel dieser Arbeit war die Erhebung des Paratuberkulosestatus in einer klinisch unauffälligen Population.

II. LITERATURÜBERSICHT

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über verschiedene Blutparameter und ihre in der Literatur beschriebene klinische Relevanz. Die in dieser Arbeit überprüften Blut- und Serumparameter und ihre klinische Relevanz sind in Tabelle 1 (1.16) aufgeführt. Auf einige, für die Überwachung der Herdengesundheit besonders wichtige Parameter, wird in den nachfolgenden Unterkapiteln ergänzend eingegangen.

1. Überwachung der Herdengesundheit anhand von Blutparametern

In der Landwirtschaft sind eine Produktionsintensivierung und ein daraus resultierender Anstieg der Betriebsgrößen zu beobachten. Durch diesen Prozess verschiebt sich das Aufgabenfeld des Tierarztes zunehmend weg von der kurativen Tätigkeit beim Einzeltier hin zur Beratung bezüglich der Prävention von Krankheiten auf Herdenebene und zur frühzeitigen Erkennung subklinischen Krankheitsgeschehens in der Herde (LE BLANC *et al.*, 2006). Nach MULLIGANA *et al.* (2006) sind die Parameter Kupfer, Zink, Selen, Jod, Thyroxin, Magnesium, Methylmalonsäure und alpha-Tocopherol wichtige Schlüsselemente in der Überwachung der Gesundheit einer Kuhherde und Elektrolyte sollten ein Teil der strategischen Überwachung der Herdengesundheit sein. GUYOTA *et al.* (2009) stellten ein erhöhtes Vorkommen von Selen-, Jod-, Zink- und Kupfermangel in leistungsschwachen im Gegensatz zu leistungsstarken Milchvieh- und Mastbetrieben fest. Subklinische Erkrankungen wie die subklinische Pansenazidose sind ein steigendes Problem in hochleistenden Milchviehbetrieben, sowohl in der Früh-laktation, als auch in der mittleren Laktation. Die Folge können verminderte Milchleistungen und frühe Tierabgänge sein (ENEMARK, 2008). Daher ist die frühzeitige Erkennung und Behandlung von Erkrankungen in der Herde durch Überwachung von Stoffwechselfparametern wie Glukose, AST, GLDH, BHBA, Phosphor, Harnstoff und Bilirubin von hoher Bedeutung (SPASIĆ *et al.*, 2011). Nach OETZEL (2004) ist es bei der Beurteilung der Herdengesundheit für manche Parameter, wie etwa die BHBA, nicht sinnvoll den Durchschnittswert des getesteten Parameters einer Tiergruppe oder Herde mit dem Referenzwert zu vergleichen. Stattdessen sollte der proportionale Anteil der Tiere in einer Herde, die über einem kritischen Wert liegen, ermittelt werden, um

eine Aussage über die Gesundheit der Herde treffen zu können (unter 10 % der Tiere mit erhöhten BHBA-Werten ist akzeptabel). OETZEL (2004) wies darauf hin, dass die Überwachung der Herdengesundheit mittels Blutproben erst ab einer ausreichenden Anzahl an getesteten Tieren aussagekräftig ist. In der Forschung sollte für das Herdengesundheitsmonitoring ein 95 %-Konfidenzintervall angestrebt werden. Für den Praktiker kann ein 75 %-Konfidenzintervall als genügend angesehen werden, da hier ein akzeptabler Kompromiss zwischen statistischer Konfidenz, Testkosten und Praktikabilität getroffen wird. Für einen proportionalen Herdentest wird eine Minimumanzahl von zwölf Tieren aus der Risikogruppe je Herde vorgeschlagen, um ein 75 %-Konfidenzintervall oder höher zu erhalten. Wenn das Ergebnis nahe am kritischen Grenzwert liegt, kann es sinnvoll sein die Probengröße nochmals zu erhöhen (OETZEL, 2004). Nachfolgend wird auf die praxisrelevantesten Parameter aus Tabelle 1 (1.16) ergänzend eingegangen.

1.1. Harnstoff und Kreatinin

Harnstoff ist ein von der Leber gebildetes Ausscheidungsprodukt des Aminosäurestoffwechsels und dient der Ammoniakentgiftung (SALLMANN und FUHRMANN, 2000). Ein Teil des gebildeten Harnstoffs wird beim Wiederkäuer für die mikrobielle Proteinsynthese im Pansen wiederverwendet (BREVES und LEONHARD-MAREK, 2000). Hohe Harnstoffwerte weisen auf erhöhte Ammoniakwerte hin, was die Fruchtbarkeit negativ beeinflusst. Hauptsächlich kommt es zu hohen Werten, wenn zu wenig verwertbare Energie für die mikrobielle Proteinsynthese zur Verfügung steht. Zu niedrige Harnstoffwerte bedeuten eine ungenügende Proteinzufuhr (SHELDON *et al.*, 2006). SALLMANN und FUHRMANN (2000) beschrieben eine Abnahme der Harnstoffsynthese bei relativer Azidose. Hierdurch wird deutlich, dass die Ammoniakentgiftung nicht nur der Regulierung der Ammoniakhomöostase dient, sondern auch an der Kontrolle des Säure-Basen-Haushalts beteiligt ist. Durch die oben genannten azidotischen Verhältnisse kommt es zur Hemmung der pH-sensitiven Glutaminase und somit zu einer erniedrigten Harnstoffsynthese. Kreatinin ist ein Produkt des endogenen Muskelstoffwechsels (KARLSSON *et al.*, 1994). KRAFT *et al.* (1999) und KRAFT und DÜRR (2005) nannten starken Abbau von Körpermasse als Ursache einer Erhöhung der Kreatininkonzentration im Serum.

1.2. Aspartat-Aminotransferase, Kreatinkinase und Kreatinkinase/ Aspartat-Aminotransferase-Quotient

Die Aspartat-Aminotransferase (AST) dient als Parameter für Schäden in der Muskulatur und der Leber. Der AST-Anstieg erfolgt verzögert zur Erhöhung der Kreatinkinase, bleibt allerdings durch die längere Halbwertszeit länger im pathologischen Bereich (WEHREND, 2003). Aktivitäten über 1.000 IU/l werden als pathognomonisch für Muskelrisse gesehen (LOTTHAMMER, 1981). CLARK *et al.* (1987) erhielten für die AST-Aktivität bei festliegenden Kühen in den ersten sieben Tagen der Erkrankung einen kritischen Wert von 890 IU/l. Die Kreatinkinase (CK) ist muskelspezifisch und ausschließlich bei Erkrankungen der Muskeln erhöht, nämlich bei Vorliegen von Muskeltraumen, körperlicher Belastung, Tetanus, Vitamin-E- und Selenmangel, Kreislaufschocks, Krampfanfällen und beim Rind auch bei Endometritis und Labmagenverlagerung (KRAFT und DÜRR, 2005). Die Arbeit von JURGOVSKY (2011) untersuchte die diagnostische Bedeutung des Quotienten aus CK- und AST-Aktivität im Serum von Rindern. Der CK-AST-Quotient variiert in verschiedenen Muskelgruppen zum Teil stark. Es besteht keine Altersabhängigkeit, allerdings sind Rasseunterschiede zu erkennen. Um mit dem CK-AST-Quotienten sichere Aussagen treffen zu können, müssten bestimmte Kriterien erfüllt sein. Zum einen müsste der Quotient in allen Muskeln gleich sein. Des Weiteren müsste der Muskelschaden in allen Muskelzellen zur gleichen Zeit stattgefunden haben, die Aktivitäten der CK und der AST im Serum müssten gleichzeitig ihren maximalen Wert erreichen und es müssten anderen Gründe für eine Erhöhung der Parameter ausgeschlossen werden können. Da die meisten dieser Kriterien nur schwer bis nicht sicherzustellen sind, kann der CK-AST-Quotient zwar ein gutes Hilfsmittel in der Prognosestellung sein, muss allerdings mit Vorbehalt betrachtet werden.

1.3. Bilirubin

Erhöhte Bilirubinwerte können prä-, intra- oder posthepatische Ursachen haben. Durch erhöhten Anfall von Hämoglobin infolge von Hämolyse treten prähepatisch erhöhte Werte auf, da vermehrt Hämoglobin zu Bilirubin abgebaut wird. Bei Vorliegen von Hepatopathien wird u. a. der Bilirubinstoffwechsel in der Leber gestört, was zu intrahepatisch erhöhten Bilirubinwerten führt. Durch Abflussbehinderung der Galle bei Cholestasen kann das in den Leberzellen gebildete Bilirubin nicht abfließen und es kommt zu posthepatisch erhöhten

Bilirubinwerten (KRAFT und DÜRR, 2005). Erhöhte Bilirubinwerte, begleitet von niedrigen Glukosewerten, sind häufig bei hochleistenden Kühen nachzuweisen und deuten auf eine erhöhte Leberbelastung hin (SPASIĆ *et al.*, 2011). Leberverfettung kann zu einer Cholestase führen, was einen Anstieg der Bilirubinwerte im Serum nach sich zieht (CIVELEK *et al.*, 2006).

1.4. Glutamatdehydrogenase

Die Glutamatdehydrogenase (GLDH) ist ein leberspezifisches Enzym und weist auf Schäden des Leberparenchyms hin (SPASIĆ *et al.*, 2011). Leichte, temporäre Erhöhungen müssen nicht pathologisch sein, allerdings kann eine deutliche Aktivitätssteigerung ein prognostisch ungünstiges Anzeichen für einen Leberschaden darstellen. Post partum kann ein Aktivitätsanstieg auf relevante Leberverfettung hinweisen (KRAFT *et al.*, 1999). Daher ist die GLDH ein wichtiger Parameter für die frühzeitige Erkennung und Behandlung von Stoffwechselstörungen wie Ketosen und Leberschäden in der Herde (SPASIĆ *et al.*, 2011).

1.5. Gamma-Glutamyltransferase

Die Gamma-Glutamyltransferase (GGT) ist wichtig für die Diagnostik von Erkrankungen wie der akuten hepatischen Leberverfettung, der chronischen Leberentzündung und Cholestase (HAGMÜLLER, 2002). CHARLIER *et al.* (2008) wiesen eine positive Korrelation zwischen der Infektionsrate mit *Fasciola hepatica* und dem Anstieg der GGT- Werte nach. Wie KRAFT und DÜRR (2005) beschrieben, reagiert die GGT auf Stimuli langsamer mit erhöhten Werten als etwa die GLDH und die alkalische Phosphatase (AP). Die Erhöhung bleibt allerdings für mehrere Wochen bestehen. BOUDA *et al.* (1980) beschrieben einen starken Anstieg der Enzymaktivität bei Kälbern 24 Stunden nach der ersten Kolostrumaufnahme. Im Alter von drei Monaten sind die Werte der Kälber dann auf das Niveau von adulten Tieren gesunken. KLEE (1985) ging bei Werten von unter 100 U/l im Kälberserum am zweiten Lebenstag von einer unzureichenden Kolostrumversorgung aus. BOSTEDT (1983) bestätigte die Annahme, die Serumwerte beim Kalb könnten zur Kontrolle ausreichender Kolostrumaufnahme genutzt werden. Als Grund für die hohen Werte beim Kalb wird der erhebliche Gehalt an GGT im Kolostrum im Gegensatz zur späteren Milch genannt.

1.6. Phosphor

Bei der atypischen Gebärparese, die fast ausschließlich durch eine Hypophosphatämie bei meist gleichbleibenden Kalziumwerten ausgelöst wird, kommt es nicht zu einer Trübung des Sensoriums, wie es bei der hypokalzämischen Gebärparese der Fall ist (STAUFENBIEL *et al.*, 2002). KRAFT und HOFMANN (1967) beobachteten eine gehäufte Anzahl von festliegenden Kühen durch reine Hypophosphatämie vor allem bei Fleckviehrindern. Nach GRÜNBERG (2014) ist die Konzentration an Phosphor im Serum oder Plasma jedoch nur ein unzuverlässiger Parameter zur Beurteilung von Phosphor-Inbalancen. GRÜNBERG (2008) sah für Milchviehbetriebe eine besondere Bedeutung von post partalen Hypophosphatämien, die zum sogenannten „downer cow syndrom“ führen können, wies allerdings auf fehlende Untersuchungen hin, die eindeutig den Zusammenhang zwischen Phosphor-Inbalancen und dem „downer cow syndrom“ beweisen. KRAFT und DÜRR (2005) beschrieben eine erhebliche Altersabhängigkeit, die durch das Knochenwachstum der Tiere verursacht wird.

1.7. Kalzium

Wie GELFERT und STAUFENBIEL (2008) zeigten, wird bei einer metabolischen Azidose als kompensatorischer Mechanismus vermehrt Kalzium (vor allem ionisiertes Kalzium) ins Blut freigesetzt. Es kommt zu einer erhöhten Ausscheidung über die Nieren und damit wieder zu einer vermehrten Aufnahme, respektive Rückresorption, über den Darm. Der Kalziumstoffwechsel ist als Folge auf allen Ebenen (z. B. Osteoklastentätigkeit) angeregt und es kommt zu einem erhöhten Gehalt an Kalzium im Blut. Außerdem führt ein azidotisches Milieu zur Lösung der intramitochondrialen Kalzium-Phosphor-Komplexe und damit zu einem extrazellulären Anstieg beider Komponenten (ROSSOW und HORVATH, 1988). Einen Tag ante bis zwei Tage post partum sinkt die Konzentration des Gesamtkalziums gegen 2 mmol/l (physiologische Hypokalzämie), die des ionisierten Kalziums bis 1 mmol/l (KRAFT und DÜRR, 2005). Bei trockenstehenden Tieren sind die Rezeptoren zur Kalziumaufnahme und die oben genannten Mechanismen überwiegend inaktiv und mit zunehmender Anzahl von Kalbungen schwerer zu aktivieren, weshalb es leicht zu einer für das Tier nicht zu kompensierenden Hypokalzämie post partum kommen kann (BAUERFELD, 2003). OETZEL (2000) sah die Zufütterung von sauren Salzen in der

Trockenstehzeit als bewährtes Mittel zur Anregung des Kalziumstoffwechsels vor der Kalbung und somit zur Vorbeugung von hypokalzämischen Festliegen. Nach OETZEL (2013) entstehen dem Landwirt mehr Kosten durch subklinische Hypokalzämien, als durch klinische Fälle von Festliegen, da niedrige Blutkalziumkonzentrationen die Muskel- und Nervenfunktionen, die Motilität von Magen-Darmtrakt und die Milchleistung negativ beeinflussen. Subklinische Hypokalzämien stellen ein Problem für die Herdengesundheit dar und können durch orale Kalziumgaben behandelt oder verhindert werden (OETZEL, 2013).

1.8. BHBA

Beta-Hydroxybuttersäure (BHBA) entsteht aus der unvollständigen Oxidation von mobilisiertem Fett in der Leber. Es dient als Energielieferant an Stelle von Glukose, hat jedoch einen appetitsenkenden Effekt. BHBA ist als Parameter in der Überwachung der Herdengesundheit besser geeignet als Glukose, da diese stark von der Homöostase reguliert wird (LE BLANC, 2010).

1.9. Magnesium

Hypomagnesämie kann zum klinischen Bild der Tetanie führen. Diese äußert sich in neuromuskulärer Erregung, die in tonisch-klonischen Krämpfen und schließlich in Bewusstseinsstörungen und im Festliegen des Tieres endet. Gefährdet sind vor allem hochlaktierende Tiere. Kälber, die längerfristig nur mit Kuhmilch oder Milchaustauscher ernährt werden (Milchkälber), können an Milchkälbertetanie erkranken (DIRKSEN *et al.*, 2006).

1.10. Kupfer

Ein Kupfermangel, grenzwertig oder absolut, ist in Rinderherden auch bei Zufütterung von Kupfer nicht selten und kann die Ursache für verschiedene Erkrankungen sein. Daher ist eine Überwachung der Herde unabhängig vom Alter oder der Nutzung wichtig (DARGATZ *et al.*, 1999). ENJALBERT *et al.* (2006) wiesen darauf hin, dass eine inadäquate Kupferversorgung vor allem in Bezug auf reduzierte Kälbergesundheit und -leistung ein Risiko darstellt.

1.11. Kalium

TREFZ *et al.* (2013) erhielten eine höhere Korrelation von Hyperkaliämie und Dehydratation als von Hyperkaliämie und Parametern einer metabolischen Azidose bei Kälbern mit Diarrhoe. Als Symptome einer Hyperkaliämie bei

Durchfallkälbern nennen sie fehlendes oder vermindertes Stehvermögen bei erhaltenem Lidreflex, kardiale Arrhythmien und ein blass-zyanotisches Flotzmaul bzw. Schleimhäute. Eine Hyperkaliämie hat als Differenzialdiagnose zur D-Laktatämie in der Therapie des Einzeltiers Bedeutung.

1.12. Parameter des roten Blutbildes

Ursachen für eine hämorrhagische Anämie können Thrombozytenaggregations- und andere Gerinnungsdefekte sein (DIRKSEN *et al.*, 2006). Ein aktuelles Beispiel hierfür ist die bovine neonatale Panzytopenie beim Kalb, die sich in einer Thrombozytopenie äußert (FRIEDRICH *et al.*, 2009). Ursächlich für eine Anämie mit Thrombozytopenie und erniedrigten Hämatokritwerten kann auch eine Anaplasmosenose sein, die zudem durch starken Milchrückgang, Inappetenz und Apathie des Tieres in der akuten Phase der Infektion zu finanziellen Einbußen führt (NIEDER *et al.*, 2012). Außerdem kann es, angeboren oder fütterungsbedingt, zu einem Eisen-, Kupfer- oder Kobaltmangel kommen. Da diese Spurenelemente bei der Blutbildung benötigt werden, kann es durch einen Mangel davon zu einer aplastischen Anämie kommen (DIRKSEN *et al.*, 2006). LOTFOLLAHZADEH *et al.* (2008) wiesen in ihrer Studie erniedrigte Werte der Parameter Erythrozyten, Hämoglobin, MCH und MCHC bei *Fasciola hepatica*-infizierten Rindern mit statistisch signifikantem Unterschied zu nicht infizierten Rindern nach.

1.13. Weiße Blutzellen

Leukozytose kann im Wesentlichen bei akuten, bakteriellen Infektionen beobachtet werden und ist vor allem für die Diagnostik am Einzeltier von Bedeutung. Nach Abklingen einer Neutrophilie kann sich bei chronischer Erkrankung eine „reaktive Lymphozytose“ entwickeln, die sich in anhaltender Vermehrung der lymphatischen Zellen zeigt. Diese Lymphozytosen, die oft als Folge von schweren Lebererkrankungen, chronischer Peritonitis, eitrigen Prozessen und Babesiose auftreten, sind zu unterscheiden von einer malignen Lymphozytose, welche bei der malignen persistierenden Lymphozytose der Rinderleukose zu finden ist (DIRKSEN *et al.*, 2006).

1.14. Proteine

Veränderungen der Bluteiweißzusammensetzung können im Bereich der Blutgerinnungsfaktoren (hämorrhagische Diathese), des Gesamteiweißgehalts

(Hypo- und Hyperproteinämie) oder der Serumeiweißfraktionen (Dysproteinämie) vorkommen. Bei den Serumeiweißfraktionen lassen sich die Albumine und die Globuline (alpha-, beta- und gamma-Globuline) unterscheiden. Starke Veränderungen des Gesamteiweißgehalts werden meist von Konzentrationsänderungen der Serumproteinfraktionen begleitet. Eine Verminderung zeigt sich meist mit der gleichzeitigen Abnahme der Albuminwerte, während ein Anstieg meist mit einer Zunahme der Globuline auftritt. Beim Rind können Ursachen für eine Hypoproteinämie ein starker Blutverlust, Diarrhoe, Parasitenbefall (vor allem bei Ostertagiose), Paratuberkulose, schwere Lebererkrankungen (durch Störung der Eiweißsynthese) oder Nierenerkrankungen (Verlust über den Harn) sein. Vor allem bei Jungtieren kann der Serumproteingehalt aufgrund von dauerhafter Mangelernährung, durch Enteritis oder Parasitenbefall erniedrigt sein (DIRKSEN *et al.*, 2006). Verschiebungen der relativen Anteile der Serumeiweißfraktionen (Dysproteinämie) kommen auch ohne Veränderungen im Gesamteiweißgehalt vor. Eine Dysproteinämie kann sich in Hypalbuminämie, Hyper-gamma-Globulinämie, Hypo- oder A-gamma-Globulinämie und in Veränderungen des alpha- und beta-Globulingehalts äußern. Beim Rind treten veränderte Serumeiweißkonstellationen, an denen eine Erkrankung abzulesen ist, nicht zwingend auf. So kann die Serumeiweißverteilung bei Stoffwechselerkrankungen auch im Normalbereich sein. Tendenzen sind jedoch zu erkennen. Leicht erniedrigte Albuminwerte bei leicht erhöhten alpha- und gamma-Globulinwerten weisen auf das Hoflund-Syndrom, eine Labmagenverlagerung, auf einige Mastitisformen oder eine lymphatische Leukose hin. Ausgeprägter ist dieses Verhältnis bei Reticuloperitonitis traumatica, Peritonitis, Pneumonie, Fasciolose, Paratuberkulose und eitrigen Klauen- und Gliedmaßenkrankungen. Eine geringgradige Senkung der Albuminwerte bei geringem Anstieg der alpha-Globuline und starker Zunahme der gamma-Globuline tritt bei schwerer Mastitis, eitriger Leber- und Nierenerkrankung und vor allem bei hochgradig pyämisch-metastasierenden Prozessen auf (DIRKSEN *et al.*, 2006).

1.15. D-Laktat

Kälber mit D-Laktatämie zeigen Somnolenz, Ataxie, unphysiologische Körperhaltung, sie schwanken und halten den Kopf gesenkt. Außerdem ist ein gestörter Lidreflex fast ausschließlich auf eine D-Laktatämie zurückzuführen

(LORENZ, 2004b). Hohe D-Laktatwerte im Blut haben, im Gegensatz zum L-Laktat, keinen Einfluss auf die Prognose einer Erkrankung (LORENZ, 2004a).

1.16. Überblick der untersuchten Blutparameter

Tabelle 1: Verschiedene Blutparameter, deren klinische Relevanz für die Gesundheitsüberwachung einer Rinderherde und beschriebene Referenzwerte in der Literatur

Parameter	Material	Proben- röhrchen	Klinische Relevanz für Einzeltier (E) oder Herdengesundheit (H)	Beschriebene Referenzwerte / Quelle
WBC ¹	Vollblut	EDTA oder Heparin	E: Leukopenie bei der bovinen neonatalen Panzytopenie (BNP) beim Kalb (FRIEDRICH <i>et al.</i> , 2009). Leukopenische Werte in Stresssituationen möglich, Panleukopenie durch Virusinfektion (z. B. Mucosal Disease, IBR) und bakterieller Septikämie möglich (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006) Leukozytose bei akuten bakteriellen Erkrankungen, z. B. puerperale Erkrankungen und akute bakterielle Mastitiden (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006)	Kalb 6 Mo.: 6,77-19,88 G/l, Adult: 4,36-9,79 G/l (HOLSTEG, 2002)
Erythrozyten	Vollblut	EDTA oder Heparin	H/E: Erniedrigte Werte bei Anämie z. B. durch Infektion mit <i>Fasciola hepatica</i> (LOTFOLLAHZADEH <i>et al.</i> , 2008), Erhöhte Werte bei Dehydratation (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006) Bestimmung der Indizes MCH und MCV	5,0-8,0 T/l (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006) 5,0-10,0 T/l (KRAFT und DÜRR, 2005) Kalb 6 Mo.: 7,79-11,59 T/l, Adult: 5,90-8,44 T/l (HOLSTEG, 2002)
Hämoglobin	Vollblut	EDTA oder Heparin	E: Hinweisend auf Art einer vorliegenden Anämie (KRAFT und DÜRR, 2005)	5,6-8,7 mmol/l (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006)
Hämatokrit	Vollblut	EDTA oder Heparin	E: Erhöhte Werte bei Dehydratation, erniedrigte Werte bei Anämie (KRAFT und DÜRR, 2005)	28-39 % (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006) Kalb 6 Mo.: 26-38 %, Adult: 24-35 % (HOLSTEG, 2002)
MCV ²	Vollblut		E: In Verbindung mit Kontrolle der Parameter Hämatokrit, MCH und MCHC, hilfreich zur Beurteilung von Störungen des Wasser-	45-65 fl (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006/KRAFT und DÜRR, 2005)

			und Elektrolythaushaltes, z. B. erniedrigte MCV- Werte bei hypertoner Dehydratation und hypertoner Hyperhydratation (Natrium- Überschuss), erhöhte Werte bei hypotoner Dehydratation und hypotoner Hyperhydratation (Natrium- Mangel) (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006)	Kalb 6 Mo.: 27,00-36,10 fl, Adult: 37,70-50,00 fl (HOLSTEG, 2002)
MCH ³	Vollblut	EDTA, Heparin oder Zitrat	E: Unterscheidung von hyperchromer, normochromer und hypochromer Anämie (KRAFT und DÜRR, 2005)	0,9-1,5 fmol (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006) 0,7-1,0 fmol (KRAFT und DÜRR, 2005) Kalb bis 6 Mo.: 0,66-0,84 fmol, Adult: 0,86-1,16 fmol (HOLSTEG, 2002)
MCHC ⁴	Vollblut	EDTA, Heparin oder Zitrat	E: In Verbindung mit Kontrolle der Parameter Hämatokrit, MCH und MCV, hilfreich zur Beurteilung von Störungen des Wasser- und Elektrolythaushaltes. Entgegengesetztes Verhalten zum Parameter MCV (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006)	16-21 mmol/l (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006) 19-21 mmol/l (KRAFT und DÜRR, 2005) Kalb 6Mo: 21,47-24,18 mmol/l, Adult: 22,29-24,34 mmol/l (HOLSTEG, 2002)
PLT ⁵	Vollblut	EDTA	E: Thrombozytopenie durch Infektionen wie BVDV (BLANCHARD <i>et al.</i> , 2010) und bei der BNP beim Kalb (FRIEDRICH <i>et al.</i> , 2009)	Kalb bis 6 Mo.: 237-1025 G/l, 16Mo.: 197-648 G/l, 24 Mo.: 186-596 G/l (HOLSTEG, 2002)
GSH-Px ⁶	Vollblut	Blutgas-Monovette	H: Selenunterversorgung → gesundheits- und leistungsschwache Kühe und Kälber mit Risiko der Myopathie und Infektionen (schon durch grenzwertigen Mangel) (ENJALBERT <i>et al.</i> , 2006)	>140 U/gHb (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006)
Glukose	Vollblut	Laktat (Natrium-Fluorid)	H: Glukose ist neben BHBA, NEFA, Insulin, und IGF-I ein wichtiger Parameter zur Kontrolle der Energiesituation der Kuh (SHELDON <i>et al.</i> , 2006). Teil des Stoffwechselmonitoring, Anstieg weist auf Stoffwechselstörungen, wie Ketose hin (SPASIĆ <i>et al.</i> , 2011) E: Hypoglykämie bei Energiemangel im Futter oder bei eingeschränkter Futteraufnahme → Ketose (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006)	2,2-3,3 mmol/l (KRAFT und DÜRR, 2005) 1,9-3,8 mmol/l (RADOSTITS <i>et al.</i> , 2000)
L-Laktat	Heparinplasma	Laktat (Natrium-	E: Erhöhte Werte häufig in Verbindung mit Hypoglykämie (DEMIGNE und REMESY, 1979) oder durch Hypoxie (BERG <i>et</i>	2,0 +/- 1,1 mmol/l (OMOLE <i>et al.</i> , 2001)

		Fluorid)	<i>al.</i> , 2003)	
D-Laktat	Heparinplasma	Laktat (Natrium- Fluorid)	E: Klinische Symptome bei Durchfallkälbern durch bakteriell bedingte D-Laktatämie (LORENZ, 2004b)	≤5,47 mmol/l (PÖHLER, 2004)
Harnstoff	Serum	Serum	H: Teil des Stoffwechselmonitoring, Anstieg weist auf erhöhte Leberbelastung durch Stoffwechselstörungen, wie Ketose hin (SPASIĆ <i>et al.</i> , 2011)	2,5-5,0 mmol/l (KRAFT und DÜRR, 2005) 2,0-7,5 mmol/l (RADOSTITS <i>et al.</i> , 2000)
Kreatinin	Serum	Serum	H: Erhöhte Werte bei Muskelabbau (GASSMANN und LUTZ, 2004)	55-150 µmol/l (KRAFT und DÜRR, 2005) 67-175 µmol/l (RADOSTITS <i>et al.</i> , 2000)
Gesamteiweiß	Serum, Plasma	Serum	E/H: Hypoproteinämie bei Parasitenbefall und (Para-) Tuberkulose möglich (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006), Überwachung der immunologischen Lage der Kälber durch routinemäßige Messungen des Gesamtproteingehalts im Serum (LE BLANC <i>et al.</i> , 2006)	6-8 g/dl (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006/KRAFT und DÜRR, 2005) 21-36 g/l (RADOSTITS <i>et al.</i> , 2000)
Albumin	Serum, Plasma	Serum	E: Beurteilung von Dysproteinämien bei gleichzeitiger Betrachtung des Globulingehaltes (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006)	3,0-4,2 g/dl (KRAFT und DÜRR, 2005) 21-36 g/l (RADOSTITS <i>et al.</i> , 2000)
Globulin	Serum, Plasma	Serum	E: Beurteilung von Dysproteinämien bei gleichzeitiger Betrachtung des Albumingehaltes (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006)	α ₁ : 2-7%, α ₂ : 0,1-0,3 g/dl, β ₁ : 0,2-0,3 g/dl, β ₂ : 0,3-0,6 g/dl, β ₃ : 0,4-0,7 g/dl, γ: 0,6-0,8 g/dl (KRAFT und DÜRR, 2005)
Bilirubin	Serum, EDTA-/ Heparinplasma	Serum, EDTA, Heparin	H: Teil des Stoffwechselmonitoring, Anstieg weist auf erhöhte Leberbelastung z.B. durch Stoffwechselstörungen, wie Ketose hin (SPASIĆ <i>et al.</i> , 2011)	<5,3 µmol/l (KRAFT und DÜRR, 2005) 0,17-8,55 µmol/l (RADOSTITS <i>et al.</i> , 2000)
AST ⁷	Serum, EDTA- /Heparin- /Zitrat-/ Fluoridplasma	Serum, EDTA, Heparin, Zitrat, Laktat	H/E: Teil des Stoffwechselmonitoring, Anstieg weist auf Leberparenchymschäden oder Muskelschäden hin (LOTTHAMMER, 1981; SPASIĆ <i>et al.</i> , 2011), prognostischer Wert bei festliegenden Kühen (CLARK <i>et al.</i> , 1987)	<80 IU/l (KRAFT und DÜRR, 2005) 78-132 U/l (RADOSTITS <i>et al.</i> , 2000)

GGT ⁸	Serum, EDTA-/Heparinplasma	Serum, EDTA, Heparin	H/E: Erhöhte Werte bei Erkrankungen der Leber (HAGMÜLLER, 2002), Beurteilung der Kolostrumversorgung der Kälber (KLEE, 1985)	<50 IU/l (KRAFT und DÜRR, 2005/FÜRL, 2002) <20 U/l (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006) 2-20 U/l (BLACKSHAW, 1978) 6,1-17,4 U/l (RADOSTITS <i>et al.</i> , 2000)
GLDH ⁹	Serum, Plasma	Serum	H: Teil des Stoffwechselmonitoring, Anstieg weist auf erhöhte Leberbelastung z.B. durch Stoffwechselstörungen, wie Ketose hin (SPASIĆ <i>et al.</i> , 2011)	<40 IU/l (KRAFT und DÜRR, 2005) Kalb bis 14 Tage: ≤117,05 IU/l (PÖHLER, 2004)
CK ¹⁰	Serum, Plasma	Serum	E/H: Muskelspezifisch, erhöht bei Muskelschäden, auch Labmagenverlagerung und Endometritis (KRAFT und DÜRR, 2005)	≤100 IU/l (KRAFT und DÜRR, 2005) Kalb bis 14 Tage: ≤236,23 IU/l (PÖHLER, 2004) 35-280 U/l (RADOSTITS <i>et al.</i> , 2000)
Phosphat	Serum, Heparinplasma	Serum, Heparin	H/E: Hypophosphatämie → Atypische Gebärparese (STAUFENBIEL <i>et al.</i> , 2002), erhöhte Werte können unter anderem auf subklinische Pansenazidose hinweisen (ENEMARK, 2008), Teil des Stoffwechselmonitoring, (SPASIĆ <i>et al.</i> , 2011)	Adult: 5,0-7,1 mg/dl, Kalb 2-6 Mo.: 2,5-3,1 mg/dl, 6-12 Mo.: 2,4-2,9 mg/dl, 12-18 Mo.: 1,6-2,3 mg/dl (KRAFT und DÜRR, 2005) 1,08-2,76 mmol/l (RADOSTITS <i>et al.</i> , 2000)
Magnesium	Serum, Heparinplasma	Serum, Heparin	H/E: Hypomagnesämie kann zu Tetanie führen (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006), verursacht sinkende Kalziumwerte im Serum → begünstigt Festliegen (GOFF, 2008)	0,7-1,2 mmol/l (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006) 0,8-1,3 mmol/l (KRAFT und DÜRR, 2005) 0,74-1,10 mmol/l (RADOSTITS <i>et al.</i> , 2000)
BHBA ¹¹	Serum, Plasma	Serum	H/E: Erhöhte Werte = (Subklinische) Ketose, Risiko für linksseitige Labmagenverlagerung (OETZEL, 2004), wichtiger Parameter in der Überwachung der Energieversorgung einer Herde (SHELDON <i>et al.</i> , 2006)	<1,2 mmol/l (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006) <1,4 mmol/l (OETZEL, 2004) 0,35-0,47 mmol/l (RADOSTITS <i>et al.</i> , 2000)
Kalzium	Serum, Heparinplasma	Serum, Laktat	H: Hypokalzämie führt zu klinischen Symptomen wie Inappetenz, Abgeschlagenheit, Muskelzittern, Koordinationsstörungen, herabgesetzte Pansenmotorik und Festliegen (LARSEN <i>et al.</i> , 2001).	2,3-2,8 mmol/l (KRAFT und DÜRR, 2005) 2,43-3,10 mmol/l (RADOSTITS <i>et al.</i> , 2000)

Eisen	Serum	Serum	H/E: Erniedrigte Werte bei Anämie z. B. durch Infektion mit <i>Fasciola hepatica</i> (LOTFOLLAHZADEH <i>et al.</i> , 2008); Milchkälberanämie durch Fütterung von eisenarmen MAT → Wachstumsverzögerungen und schlechte Immunabwehr (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006)	13-44 µmol/l (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006) 13-33 µmol/l (KRAFT und DÜRR, 2005) 10-29 µmol/l (RADOSTITS <i>et al.</i> , 2000)
Kupfer	Serum	Serum	H: Mangel kann zu Anämie, Durchfall, reduziertem Wachstum, neonatale Ataxie und Fruchtbarkeitsproblemen führen (DARGATZ <i>et al.</i> , 1999)	Adult: 12,5-32,8 µmol/l, Kalb: 9,4-15,7 µmol/l (KRAFT und DÜRR, 2005)
Zink	Serum	Serum	H: Zinkmangel → Haar- und Hautveränderungen (Parakeratose), Horninstabilität und Fruchtbarkeitsstörungen (KRAFT und DÜRR, 2005), sowie reduzierte Milchleistung, Bewegungsunlust der Tiere, Durchfall und Wachstumseinbußen der Kälber (ENJALBERT <i>et al.</i> , 2006)	12-25 µmol/l (KRAFT und DÜRR, 2005)
Natrium	Serum, EDTA-/Heparinplasma	Serum, EDTA, Heparin	H: Hypernatriämie durch zu hochkonzentrierte MAT, Hyponatriämie durch natriumarme Grünflächen (überwiegend Norddeutschland) (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006)	Adult: 135-155 mmol/l, Kalb: 115-145 mmol/l (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006) 132-152 mmol/l (RADOSTITS <i>et al.</i> , 2000)
Kalium	Serum, EDTA-/Heparinplasma	Serum, EDTA, Heparin	E: Hyperkaliämie bei Durchfall-Kälbern, stark korreliert mit Dehydratation (TREFZ <i>et al.</i> , 2013): Muskelzuckungen, Krämpfe, Steigerung der Atemfrequenz und Herzversagen durch Arrhythmien und letztlich Herzstillstand (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006), Hypokaliämie bei Ileus, Inanition, metabolischer Alkalose. durch Medikamente (Kortikosteroide) (KRAFT und DÜRR, 2005)	3,5-5,0 mmol/l (DIRKSEN <i>et al.</i> , 2006) 3,5-4,5 mmol/l (KRAFT und DÜRR, 2005) 3,9-5,8 mmol/l (RADOSTITS <i>et al.</i> , 2000)
Chlorid	Serum, Plasma	Serum	Erniedrigt bei metabolischer Alkalose, niedriger Spiegel bei gleichzeitiger Azetonämie weist auf Labmagenverlagerung hin (KRAFT und DÜRR, 2005)	95-110 mmol/l (KRAFT und DÜRR, 2005) 95-110 mmol/l (RADOSTITS <i>et al.</i> , 2000)

¹WBC: white blood cells, weiße Blutzellen²MCV: mean corpuscular volume³MCH: mean corpuscular hemoglobin⁴MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration⁵PLT: platelets, Thrombozyten⁶GSH-Px: Glutathion-Peroxidase⁷AST: Aspartat-Aminotransferase⁸GGT: Gamma-Glutamyltransferase⁹GLDH: Glutamatdehydrogenase¹⁰CK: Kreatinkinase¹¹BHBA: Beta-Hydroxybuttersäure¹²G: Giga, 10⁹¹³T: Tera, 10¹²¹⁴l: Liter¹⁵U, IU: Internationale Einheit¹⁶d: Dezi, 10⁻¹¹⁷m: Milli, 10⁻³¹⁸µ: Mikro, 10⁻⁶¹⁹f: Femto, 10⁻¹⁵²⁰g: Gramm²¹gHb: Gramm Hämoglobin

1.17. Referenzwerte für einige Blut- und Serumparameter in der Literatur für das Rind

Bekannte Referenzwertangaben der Autoren DIRKSEN *et al.* (2006), KRAFT und DÜRR (2005), RADOSTITS *et al.* (2000), HOLSTEG (2002), KLOENE (1974), FÜRLI (2002) und BLACKSHAW (1978) für adulte Rinder sind in Tabelle 1 und mit Ergänzungen in den Tabellen 15-20 (Anhang) aufgeführt. Die Autoren KRAFT und DÜRR (2005), OMOLE *et al.* (2001), HEINDL (2012) und PÖHLER (2004) wiesen auf altersabhängige Unterschiede in den Blutwerten hin. Einige sind in Tabelle 1 und mit Ergänzungen in den Tabellen 21-23 (Anhang) einzusehen. Neben den in den Tabellen 21-23 aufgeführten Referenzbereichen für das Kalb, nannten BRUN-HANSEN *et al.* (2006) weitere Unterschiede zwischen dem Blutbild von Kälbern und adulten Rindern. Die Erythrozyten sind bei Kälbern größer als bei adulten Rindern. Das MCV liegt in der ersten Lebenswoche etwas über den Werten der adulten Tiere. Durch den Austausch von fetalem Hämoglobin durch Hämoglobin A gleichen sich die Werte dann allerdings an, womit sich auch die Größe der Erythrozyten der Größe derjenigen der Kühe angleicht. Die Anzahl der Erythrozyten, die bei Kälbern zunächst niedriger ist als bei Adulten, nimmt dagegen zu, womit ein gleichbleibender Gehalt an Hämoglobin gewährleistet ist. Das MCHC liegt bei jungen Tieren zunächst etwas unter dem Referenzbereich von Kühen, die Werte der Thrombozyten und der Lymphozyten darüber. Die Autoren berichteten auch von einer größeren individuellen Breite der Werteverteilung als es bei adulten Tieren der Fall ist. KNOWLES *et al.* (2000) sahen ähnliche Unterschiede im Blut von Tieren unterschiedlicher Altersgruppen. Sie nannten sehr viel höhere Werte bei ALP und GGT und etwas niedrigere Eisenwerte im Blut von Kälbern als von adulten Rindern. Außerdem werden höhere Werte beim Hämatokrit, Hämoglobin und der Erythrozyten erwähnt, die sich allerdings in wenigen Tagen nach der Geburt denen der adulten Tiere angleichen. Die Werte der Neutrophilen und der weißen Blutzellen liegen bei Kälbern auch hier etwas über den Werten der ausgewachsenen Tiere.

1.18. Rasseabhängige Unterschiede von Referenzwerten

SPASIĆ *et al.* (2011) wiesen statistisch signifikante, rassespezifische Unterschiede in den Werten für die Stoffwechselfparameter Glukose, Harnstoff und GLDH nach

und betonten die Bedeutung von rassespezifischen Referenzwerten. STÄMPFLI und ITTIG (1982) nannten für das Fleckvieh niedrigere Hämatokrit- und höhere Monozytenwerte als für die anderen Rassen. Nach HOLSTEG (2002) haben Fleckviehkühe tendenziell kleinere Thrombozyten als Kühe anderer Rassen. Es werden weitere Unterschiede der Blutparameter beim Fleckvieh zu Holstein-Friesian-Rindern genannt: Für die Erythrozyten ergeben sich im Alter von 16 Monaten um 0,50 T/l geringere Werte bei Fleckviehrindern als bei Holstein-Friesian-Rindern. Für das MCV liegen die Werte im Alter von 6-24 Monaten beim Fleckviehrind um 2,2 fl höher als bei Holstein-Friesian-Rindern im vergleichbaren Alter. Für MCHC sind beim Fleckviehrind die Werte ab einem Alter über sechs Monate um 0,2-0,5 mmol/l höher als beim Holstein-Friesian-Rind. Die Thrombozytenwerte sind beim Fleckviehrind im Alter von 16 Monaten um 50 G/l höher als beim vergleichbar alten Holstein-Friesian-Rind. An der Untersuchung des Thrombozytenvolumens zeigt sich, dass adulte Fleckviehkühe tendenziell um 0,25 fl kleinere Thrombozyten haben als Holstein-Friesian-Kühe. Die Gesamtleukozytenwerte liegen beim Fleckviehrind im Alter von über 24 Monaten um 1,10 G/l niedriger als bei Holstein-Friesian-Rindern über 24 Monaten. Außerdem zeigen sich beim Fleckviehrind im Alter von über 24 Monaten um 0,10 G/l höhere Monozytenwerte als bei Holstein-Friesian-Rindern derselben Altersklasse.

2. Referenzwerte

Wie KRAFT und DÜRR (2005) beschrieben, setzt ein Normalwert absolute Gesundheit und Reaktionslosigkeit der Tiere auf Umwelteinflüsse voraus. Da diese Voraussetzungen bei einem Lebewesen auch bei scheinbarer Gesundheit nicht zutreffen, wird es unmöglich einen genauen Wert, der das Normale darstellt, zu ermitteln, weshalb von einem Referenzbereich gesprochen wird. Der Begriff Referenzbereich stellt ein Intervall dar, dessen oberer und unterer Grenzwert unter definierten Bedingungen gewonnen und mittels mathematisch-statistischen Berechnungen ermittelt wird. Je exakter die Bedingungen definiert werden, desto enger kann ein Referenzbereich gefasst werden, da Variationen in den Werten, die unter anderem durch Rasse-, Alters- oder Geschlechtsunterschiede entstehen, vermieden werden. Ein exakt definierter Referenzbereich erhebt gerade dann allerdings nicht den Anspruch für eine ganze Rasse oder Art zu gelten (KRAFT

und DÜRR, 2005). Als mathematisch-statistische Berechnung des Referenzbereichs kommen verschiedene Methoden in Frage. Zum einen kann eine einfache Spannweite an Werten aufgestellt werden. Als Grenzen gelten der kleinste und der größte gemessene Wert. Nachteil ist hier, dass „Ausreißer“ nicht mathematisch-statistisch sichtbar gemacht werden und somit den Referenzbereich stark beeinflussen, respektive verfälschen. Des Weiteren kann zwischen dem „klassischen“, das heißt dem parametrischen Referenzbereich und dem nichtparametrischen Referenzbereich unterschieden werden. Der parametrische Referenzbereich wird errechnet aus dem arithmetischen Mittelwert minus bis plus der doppelten Standardabweichung (LUMSDEN und MULLEN, 1978) (Formel 1):

$$[(\bar{x}-2s) \text{ bis } (\bar{x}+2s)] \quad (1)$$

Das parametrische Berechnungsverfahren kann nur angewendet werden, wenn eine Normalverteilung der Werte vorliegt. In der Medizin ist das allerdings nur selten der Fall. Hier erhält man oft schiefe Verteilungskurven. Diese können zwar durch Logarithmieren (bei Linkssteilheit) und durch Erstellen der e-Funktion (bei Rechtssteilheit) annähernd in eine Normalverteilungskurve gebracht werden, allerdings besteht die Gefahr, in diesem Fall zu viele Werte einer Seite aus-, respektive einzuschließen (LUMSDEN und MULLEN, 1978). Ein nichtparametrischer Referenzbereich ist von der Verteilung der Werte unabhängig. Das 95 %-Perzentil-Intervall wird hier bevorzugt. Es werden bei zweiseitigen Referenzbereichen jeweils 2,5 % der höchsten und niedrigsten gemessenen Werte ausgeschlossen (LUMSDEN und MULLEN, 1978).

2.1. Ermittlung von Ausreißern

Zuerst ermittelt man die Ausreißer, verwirft diese und erstellt eine homogene Wertemenge. Hierfür wird die folgende Formel 2 verwendet (REED *et al.*, 1971):

$$\frac{x(n)-x(n-1)}{x(n)-x(1)} \quad (2)$$

$x(n)$ ist der zu überprüfende Wert, $x(n-1)$ der nächst kleinere Wert. Im Nenner steht wieder $x(n)$ abzüglich $x(1)$, also des kleinsten Wertes. Erhält man einen Wert größer $1/3$, so ist $x(n)$ als Ausreißer zu verwerfen.

Kann von vornherein von einer Gauß'schen Normalverteilung ausgegangen werden, können die folgenden zwei Formeln 3 und 3a nach GRUBBS (1969) angewendet werden:

$$T_n = \frac{x(n) - \bar{x}}{s} \quad (3)$$

$$T_1 = \frac{\bar{x} - x(1)}{s} \quad (3a)$$

Der zu untersuchende Wert muss als Ausreißer angesehen werden, wenn die Testgröße für den kleinsten Wert (T_n) oder die Testgröße für den größten Wert (T_1) einer Probenreihe außerhalb der kritischen Werte liegt, die von GRUBBS in einer 1969 erstellten Tabelle aufgeführt sind.

2.2. Werteverteilung

Es muss anschließend überprüft werden, ob die Messwerte einer Gauß'schen Werteverteilung folgen. Ein Test zur Überprüfung der Verteilungsform ist der Kolmogorow-Smirnow-Test. Außerdem kann mit einem Histogramm ermittelt werden, ob eine Normalverteilung vorliegt oder nicht. Die Grenze einer Seite der Glocke zum arithmetischen Mittelwert beinhaltet 50 % der Werte. Dieser Bereich bildet die einfache Standardabweichung ab. Der Bereich vom Mittelwert aus plus oder minus die einfache Standardabweichung beinhaltet 68,27 % der Werte. Nimmt man die doppelte Standardabweichung so erhält man den Bereich in dem 95,45 % der Werte liegen. Je breiter sich die Glocke darstellt, desto größer ist die Streuung der Werte. Es kann mit diesem Verfahren auch überprüft werden, ob die Werte plausibel erscheinen. Abhängig davon, ob die Werte einer Normalverteilung folgen oder nicht, wird ein parametrisches oder nicht-parametrisches Verfahren angewendet. Bei einem Probenumfang unter 120 Probanden sollte immer der nichtparametrische Referenzbereich ermittelt werden (LUMSDEN und MULLEN, 1978).

2.3. Parametrisches Verfahren

2.3.1. Gauß'sches Toleranzintervall

In diesem Intervall liegen mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,9 insgesamt 95 % der Population. Das Intervall wird mit den folgenden Formeln 4 und 4a errechnet:

$$\text{Für den unteren Wert: } L_1 = \bar{x} - ks \quad (4)$$

$$\text{Für den oberen Wert: } L_2 = \bar{x} + ks \quad (4a)$$

Dabei ist k eine probenumfangsabhängige Größe (WEISSBERG und BEATTY, 1960), s ist die Standardabweichung, L_1 ist der untere und L_2 der obere Grenzwert.

2.3.2. Gauß'sches 95 %-Perzentilintervall

Um dieses Intervall zu erhalten, müssen das 2,5te und das 97,5te Perzentil ermittelt werden. Zwischen diesen beiden Perzentilen liegen 95 % der Werte. Die beiden Perzentile werden mit den folgenden Formeln 5 und 5a ermittelt:

$$L = \bar{x} - 1,96 * s \quad (5)$$

$$U = \bar{x} + 1,96 * s \quad (5a)$$

L ist das 2,5te Perzentil, U stellt das 97,5te Perzentil dar.

Bei bestätigter Gauß'scher Normalverteilung kann auch der arithmetische Mittelwert minus bis plus der doppelten Standardabweichung herangezogen werden, dargestellt in Formel 1.

2.4. Nichtparametrisches Verfahren

2.4.1. Nichtparametrisches Toleranzintervall

Für ein nichtparametrisches Toleranzintervall werden die Werte in aufsteigender Reihenfolge geordnet. Laut LUMSDEN und MULLEN (1978) ist in diesem Fall eine ausreichende Probenzahl unverzichtbar und darf 80 nicht unterschreiten. Nur dann kann mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,9 davon ausgegangen werden, dass sich 95 % der Population zwischen dem niedrigsten und höchsten Wert befinden. Liegt eine geringere Probenzahl vor, muss die Wahrscheinlichkeit nach unten korrigiert werden.

2.4.2. Nichtparametrisches 95 %-Perzentilintervall

Zur Ermittlung des Intervalls werden von den aufsteigend geordneten Werten die oberen und unteren 2,5 % verworfen, wenn es sich um einen zweiseitigen

Referenzbereich handelt. Im Falle eines einseitigen Referenzbereichs werden die oberen oder unteren 5 % verworfen. Das nichtparametrische 95 %-Perzentilintervall wird mit den folgenden Formeln 6 und 6a ermittelt (LUMSDEN und MULLEN, 1978):

$$\text{Für den unteren Wert: } L = 0,025(n + 1) \quad (6)$$

$$\text{Für den oberen Wert: } U = 0,975(n + 1) \quad (6a)$$

3. Blutproben: Untersuchungsmaterial und Fehlerquellen

Für die Untersuchung des Blutes, je nachdem welcher Parameter bestimmt werden soll, sind Untersuchungsgefäße mit verschiedenen Hilfsstoffen erhältlich. Für biochemische Bestimmungen wird Serum verwendet. Serumröhrchen enthalten kein Antikoagulans. Es sind jedoch Gefäße erhältlich, die zur sauberen Serumgewinnung für chemische Analysen und Enzymaktivitätsbestimmungen ein Trenngel enthalten (KRAFT und DÜRR, 2014). Für hämatologische Bestimmungen wird Vollblut aus EDTA-Röhrchen verwendet. Diese enthalten das Antikoagulans Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA). Durch das flüssige Kaliumsalz werden die Morphologie der Zellen und das Zellvolumen am besten erhalten (THRALL *et al.*, 2012). Die Kaliumsalze verhindern durch die Bindung von Kalzium im Blut die Blutgerinnung (KRAFT und DÜRR, 2014). Heparinröhrchen enthalten Heparin oder Heparinsalze, überwiegend Lithiumheparinat. Diese Antikoagulantien verstärken die Wirkung des Antithrombins im Blut und werden zur Plasmagewinnung für chemische Blutuntersuchungen und Enzymaktivitätsbestimmungen verwendet (KRAFT und DÜRR, 2014). Heparinröhrchen werden meist verwendet, wenn Vollblut für die Untersuchung benötigt wird, die zu messenden Parameter jedoch durch andere Antikoagulantien, wie EDTA, in ihrer Aktivität gestört würden (THRALL *et al.*, 2012). Zitratröhrchen enthalten Natriumzitrat und werden für Gerinnungsanalysen verwendet. Das Natriumzitrat hemmt die Blutgerinnung ebenfalls durch Kalziumbindung (KRAFT und DÜRR, 2014). In Fluoridröhrchen ist Natriumfluorid enthalten. Natriumfluorid ist kein Antikoagulans, sondern hemmt Enzyme in der Glykolyse und die Verstoffwechselung von Glukose in den Erythrozyten (THRALL *et al.*, 2012). Diese Röhrchen werden zur Bestimmung von Glukose und Laktat im Blut verwendet. Natriumfluorid wird häufig verwendet, wenn die Blutprobe nicht unmittelbar nach Probenentnahme

untersucht werden kann. Das Natriumfluorid verhindert den Abbau von Blutglukose in den im Vollblut enthaltenen Zellen und somit einen Anstieg des Laktats (KRAFT und DÜRR, 2014). Die Qualität eines Blutprobenergebnisses unterliegt zahlreichen Fehlerquellen, die möglichst vermieden werden sollten. Fehlerquellen ergeben sich während der Probenahme, dem -transport, sowie der -aufbewahrung. Zu starkes oder langes Stauen der Vene bei Blutprobenentnahme fördert die Blutgerinnung und kann Analysewerte wie etwa das Myoglobin verändern. Durch verursachte Gefäßschäden treten Veränderungen in den Werten des Proteins und der CK auf. Auch wiederholte Punktionsversuche sollten vermieden werden (KRAFT und DÜRR, 2014). Das Blut sollte in einem durchgehenden, festen Strahl austreten und mit dem geeigneten Röhrchen aufgefangen und dieses sogleich mit dem dazugehörigen Deckel verschlossen werden. Bei der Verwendung von Vakutainern sollte starker Druck zum Herauspressen des Blutes in das Röhrchen vermieden werden, da sonst Hämolysen begünstigt werden (THRALL *et al.*, 2012). Hämolytische Blutproben können zu fälschlicherweise erhöhten Werten von MCHC, Kalium, Magnesium, Kreatinin, Eisen, LDH, AST, ALT und erniedrigten Werten von Hämatokrit und MCV führen (KRAFT und DÜRR, 2014). Röhrchen mit zugesetzten Antikoagulantien sollten nach Probenahme und Verschließen des Gefäßes sofort vorsichtig geschwenkt werden, um ein rasches und gleichmäßiges Vermischen des Antikoagulans mit dem Blut zu gewährleisten (KRAFT und DÜRR, 2014). Eine ungenügende Befüllung oder eine Überfüllung der Probengefäße sollte vermieden werden, da das richtige Verhältnis zwischen Blut und Antikoagulans entscheidend ist. Zu gering gefüllte Probengefäße haben etwa bei EDTA-Proben zur Folge, dass die Erythrozyten aufgrund der osmotischen Verhältnisse schrumpfen. Hierdurch werden fälschlich erniedrigte Werte für die Parameter Hämatokrit und MCV ermittelt (THRALL *et al.*, 2012). Bei zu vollen Probengefäßen können sich Mikrogerinnsel bilden, die zu falschen Werten der Hämatologie führen (KRAFT und DÜRR, 2014). Nach der Entnahme sollten die Proben zügig untersucht und nicht bei Zimmertemperatur oder Hitze stehen gelassen werden (THRALL *et al.*, 2012).

4. Relevante Endoparasiten beim Rind

VERCRUYSSSE und CLAEREBOU (2001) betonten, dass eine Wirt-Parasit-Beziehung zur immunologischen Entwicklung der Tiere in einer Rinderherde

beiträgt. Dieser Aspekt sollte in einem prophylaktischen Schwellenwert Beachtung finden, in dem eine gewisse Wurmbürde für die Aufrechterhaltung einer guten Immunologie in der Herde toleriert wird. Positive Infektionsbefunde mit Werten unter oder gleich diesem Schwellenwert müssen keine Therapie nach sich ziehen und dienen als Prophylaxe vor weiteren Infektionen. Bei der Erarbeitung eines prophylaktischen Schwellenwertes in einer Herde, werden vor allem auch die klimatischen Bedingungen und das aktuelle Managementsystem miteinbezogen, um das zukünftige Infektionsgeschehen einschätzen zu können. Nach CHARLIER *et al.* (2008, 2009) sind Infektionen mit Magendarmwürmern oder Leberegeln mitverantwortlich für wirtschaftliche Verluste in Rinderherden und VERCRUYSSSE und CLAEREBOU (2001) sahen in Wurminfektionen eine der bedeutendsten Ursachen für reduzierte Produktivität in Herden. SHAW *et al.* (1997 und 1998) empfahlen für die Überwachung der Herdengesundheit den Parasitenstatus regelmäßig zu überprüfen, um eine übermäßige oder ungenügende Behandlung mit Anthelminthika zu vermeiden. VERCRUYSSSE und CLAEREBOU (2001) empfahlen für die Beurteilung der Wurmbürde in einer Herde die Unterteilung in einen therapeutischen Schwellenwert, der anzeigt, ob ein erkranktes Einzeltier umgehend mit Anthelminthika zu behandeln ist, einen produktionsbasierten Schwellenwert, der das Verhältnis von subklinischen Befall und wirtschaftlichen Verlusten wiedergibt und den oben erwähnten prophylaktischen Schwellenwert. Der therapeutische Schwellenwert soll klinische Erkrankungen durch Parasiteninfektionen diagnostizieren und basiert auf der Frage, wie weit die klinischen Symptome mit dem Parasitenbefall in Verbindung stehen. Nach den Autoren wird die Betrachtung des produktionsbasierten Schwellenwerts immer wichtiger, weil akute Fälle von Wurmbefall durch moderne Programme nicht mehr häufig sind, subklinischer Parasitenbefall aber frühzeitig erkannt werden sollte, um Produktionseinbußen, wie verminderte Gewichtszunahme oder reduzierte Milchleistung und das Erreichen eines klinischen Stadiums verhindern zu können. SHAW *et al.* (1997 und 1998) empfahlen Wurmeizählungen bei Kälbern zwei Monate nach Austrieb, um einen guten Überblick über die Wurmexposition der Herde zu erhalten und um abschätzen zu können, ob eine produktionsbasierte Behandlung notwendig ist. Nach DUSCHER *et al.* (2011) ist für die Diagnosestellung einer *Fasciola hepatica*-Infektion die Überprüfung mittels Tankmilch-ELISA sensitiver als die Koprologie. Die wichtigsten Endoparasiten beim Rind sind im Anhang in Tabelle

24 aufgeführt.

5. Body condition scoring

Für die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Landwirt und Tierarzt in der Überwachung der Herdengesundheit sahen MULLIGANA *et al.* (2006) neben der Betrachtung verschiedener Blutparameter, wie Elektrolyte, auch die Körperkonditionsbeurteilung der Tiere als Teil der Basisuntersuchungen. Ein erhöhter body condition score (BCS) um den Zeitpunkt der Abkalbung begünstigt Schwierigkeiten bei der Geburt, erhöhten Abbau von Körperfett in der frühen Laktation mit folgendem Fettlebersyndrom, Labmagenverlagerung, Ketose, Hypokalzämie, Festliegen, Nachgeburtsverhalten, Fruchtbarkeitsstörungen und Endometritis. SHELDON *et al.* (2006) beurteilten einen zu niedrigen BCS als problematisch, da die Kühe zu wenig Körpermasserreserven haben um ausreichend Energie nach der Geburt zu mobilisieren. MULLIGANA *et al.* (2006) empfahlen neben der Erfassung des BCS einzelner Tiergruppen zu kritischen Zeitpunkten in der Laktation und um die Geburt, eine Erfassung von auffälligen Veränderungen im BCS einzelner Tiere oder Tiergruppen auch zwischen den regulären Kontrollzeitpunkten. Schemata zur Beurteilung der Körperkondition für Rinder der Rasse Holstein-Friesian wurden inzwischen modifiziert und auf Rinder der Rasse Fleckvieh angepasst. Die Körperkonditionsbeurteilung hängt von der Bemuskulung und der Fettverteilung ab. Zur Anpassung der Schemata an das Fleckvieh müssen die Bewertungspunkte um 0,5 Punkte angehoben werden (JILG und WEINBERG, 1998). Weitere Ausarbeitungen für die Beurteilung beim Fleckvieh gaben neben JILG und WEINBERG (1998) auch SCHÄFERS (2000) und MANSFELD *et al.* (2000). PICCAND *et al.* (2013) erkannten in ihrer Studie einen Unterschied im BCS zwischen verschiedenen Rinderrassen, jedoch keinen signifikanten Unterschied im BCS-Verlauf. Bei den Fleckviehkühen beschreiben die Autoren jedoch eine saisonale zweite Körperkonditionsabnahme in den Sommermonaten.

6. Paratuberkulose

Die Paratuberkulose bei Wiederkäuern ist weltweit bekannt (TIWARI *et al.*, 2006). Die Infektion mit dem Erreger *Mycobacterium avium* subspezies *paratuberculosis* kann zu einer klinischen Manifestation führen, die sich in einer chronisch-granulomatösen Enteritis mit chronischer Diarrhoe, Abmagerung und

Tod des Tieres äußern kann. Die subklinische Form der Paratuberkulose verursacht Körpermasseverlust, Milchleistungsrückgang, frühzeitige Tierabgänge und ist möglicherweise beteiligt an Fruchtbarkeitsstörungen und reduzierter Eutergesundheit. Die Übertragung erfolgt hauptsächlich durch die Aufnahme von infektiöser Milch, Wasser, Futter oder durch den Kontakt mit infektiösem Kot der infizierten Tiere in der Herde. Da nicht-Wiederkäuer, wie Ratten, Träger des Bakteriums sein können, ist eine Verbreitung durch solche Vektoren anzunehmen (TIWARI *et al.*, 2006). COLLINS *et al.* (2010) empfahlen zur Sanierung einer Herde routinemäßiges Testen der Tiere, Ausmerzungen der Tiere mit hohen Infektions- oder Ausscheidungsraten, Verfütterung von Kolostrum und Milch an Kälber nur von negativen Kühen und räumliche Trennung von Kälbern und Jungtieren von älteren Kühen. TIWARI *et al.* (2006) wiesen in Bezug auf die Sanierung einer Herde durch Nachweis von Infektionen im Betrieb auf die vier Stadien einer Paratuberkuloseinfektion hin. Im Stadium der stillen Infektion dient als Test nur der Nachweis der Bakterien in infiziertem Gewebe des Darms oder der regionalen Lymphknoten, was mit erheblichen Kosten verbunden ist. In der subklinischen Phase können Kotproben von infizierten Tieren schon ein positives Ergebnis ergeben, allerdings erfolgt die Erregerausscheidung intermittierend und liegt teilweise unter der Nachweisgrenze. In der klinischen und der fortgeschrittenen klinischen Phase stehen Tests mittels ELISA und AGID zur Verfügung, die einen erhöhten Serum-Antikörper-Titer anzeigen. Die Autoren gaben jedoch zu bedenken, dass die infizierten Tiere häufig schon in der subklinischen Phase ausgemerzt werden, da sie durch eine reduzierte Leistung auffallen. Ein Überblick über die Prävalenz der Erkrankung in bestimmten Gebieten hilft bei der Interpretation eines Krankheitsgeschehens oder eines Testergebnisses (TIWARI *et al.*, 2006). WEBER *et al.* (2000) ermittelten in ihrer Studie eine Einzeltierprävalenz von 11,2 % und eine Herdenprävalenz von 28,8 % in Bayern.

III. MATERIAL UND METHODEN

1. Tiere

Insgesamt wurden 543 Tiere aus 27 oberbayerischen Betrieben, in vier verschiedenen Gruppen eingeteilt, in die Untersuchung mit einbezogen. Es handelt sich bei den Probanden ausschließlich um Tiere der Rasse Deutsches Fleckvieh. Die Probanden wurden in drei Altersgruppen eingeteilt. Zur ersten Gruppe gehörten 120 Kälber vom Absetzen der Milchtränke bis zum Alter von einem halben Jahr. Für die zweite Gruppe wurden 120 Jungtiere mit einem Alter von mindestens einem halben Jahr bis zum Alter von 21 Monaten beprobt. Die dritte Gruppe umfasste 240 adulte, weibliche Rinder, die mindestens einmal gekalbt hatten. Diese Probandengruppe wurde unterteilt in 120 Kühe, die scheinbar gesund, im Allgemeinen unauffällig waren (Gruppe 3a) und in 120 Kühe, die keine akuten Erkrankungen aufwiesen, dem Landwirt allerdings durch nachlassende Milchleistung, Gewichtsverlust, Apathie, chronische Gelenksentzündungen und ähnliches aufgefallen sind (Gruppe 3b). Alle Kühe befanden sich im mittleren Drittel der Laktation (Tag 90 bis 180 post partum). In 20 Betrieben wurden die Tiere in einem Laufstall gehalten, in vier Betrieben in Anbindehaltung. Die Beurteilung des Gesundheitszustandes der Tiere der Gruppen eins, zwei und drei erfolgte adspektorisch und nach Ermessen des Tierhalters. Ausgenommen der Gruppe 3b und zehn Kälbern, die leichten Durchfall aufwiesen, waren alle Tiere klinisch unauffällig. Gefüttert wurden die Kühe in 22 Betrieben mit Mais- und Grassilage, in 19 Betrieben mit Getreide, in 14 Betrieben mit Rapsschrot, in 17 Betrieben mit Heu und Stroh, in 13 Betrieben mit Mais, in 13 Betrieben mit Mineralfutter, in sechs Betrieben mit Viehsalz, in sieben Betrieben mit Soja, in fünf Betrieben mit Zuckerschnitzeln, in vier Betrieben mit Biertreber und Kalk, in sieben Betrieben wurde frisches Gras vorgelegt und in zwei Betrieben wurden die Jungtiere zeitweise auf Weiden gehalten. Eine Aufstellung der Futterrationen je Betrieb, ist in Tabelle 25 im Anhang aufgeführt. Bei den Tieren der Gruppe 3a bestanden keine Klauen- oder Gliedmaßenkrankungen. In fünf Betrieben wurden die Kühe einmal im Jahr mit Eprinex® Pour-on (5 mg/ml) behandelt. Der Mittelwert der Milchleistungen der Betriebe betrug 7.862 kg, wobei die niedrigste Herdenleistung bei ca. 6.000 kg und die höchste bei ca. 9.500 kg Jahresleistung lagen. Der Mittelwert der

Zellzahlgehalte der Betriebe betrug im Jahr der Beprobung 142.565 Zellen. Hier lagen der Betrieb mit dem niedrigsten angegebenen Wert bei ca. 60.000 Zellen und der Betrieb mit dem höchsten angegebenen Wert bei ca. 290.000 Zellen (Daten aus den MLP-Berichten). Eine vierte Gruppe bildeten 63 Bullen im Alter von mindestens 18 Monaten. Die Proben dieser Gruppe wurden im Zusammenhang mit der Studie von LÜCHTENBORG (2014) in den Besamungsstationen Grub in Poing und Neustadt a. d. Aisch genommen. Die Tiere waren zum Zeitpunkt der Beprobung augenscheinlich klinisch gesund und nach Aussage der Halter gesundheitlich unauffällig. Die Tiere der Gruppen zwei und drei stammten aus 24 verschiedenen Betrieben aus den Praxisgebieten der Praxen Dr. Berchtold in Pittenhart (Chiemsee) und Dr. Rauh in Pastetten (Landkreis Erding). Die Betriebe wurden nach der Praktikabilität und der Einwilligung der Landwirte für die Probenahme ausgewählt. Für die Gruppe der Kälber wurde ein weiterer Betrieb beprobt. Bei diesem Termin wurden 27 der insgesamt 120 Proben aus der Gruppe der Kälber genommen. Die Betriebsgrößen lagen zwischen 50 und 230 Tieren, wobei die Anzahl der Kälber, Jungrinder, Kühe und teils Mastbullen zusammengezählt wurden. Pro Betrieb wurden zwischen drei und sieben bzw. in einem Fall 27 Kälber, zwischen fünf und sieben Jungrinder und zehn Kühe (davon jeweils fünf Tiere der Gruppe „unauffällig“ und fünf Tiere der Gruppe „auffällig“) beprobt. Die Beprobung fand im Zeitraum vom 05.07.2013 bis zum 10.11.2014 statt.

2. Laboruntersuchungen

Von allen Tieren wurden Blutproben entnommen und eine hämatologische und blutchemische Untersuchung durchgeführt. Im Weiteren wurden von allen Tieren eine parasitologische Kotuntersuchung durchgeführt, von den Milchkühen außerdem eine serologische Untersuchung auf Paratuberkulose. Jedem Landwirt wurden nach Abschluss der Laboruntersuchungen die ausgewerteten Ergebnisse seiner jeweiligen Tiere als Befundbericht ausgehändigt. Nach Ermittlung der Referenzwerte für die unterschiedlichen Altersgruppen anhand der im Zuge dieser Studie genommenen Blutproben, wurden die Ergebnisse der Landwirte noch einmal mit den ermittelten Referenzwerten abgeglichen. Im Falle von weiteren Auffälligkeiten in den Ergebnissen der Beprobungen, die sich durch diesen Abgleich mit den ermittelten Referenzwerten ergaben, wurden diese dem jeweiligen Landwirt ebenfalls mitgeteilt.

2.1. Blutproben

Von jedem Probanden wurde eine Blutprobe genommen und in vier Probenbehälter (EDTA, Serum, Laktat, Blutgas) aufgeteilt. Jedes Tier wurde einmal an der Vena jugularis kopfwärts punktiert. Das Blut wurde direkt in die Probenbehälter gefüllt (Tab. 2). Für die Kälber und kleineren Tiere aus der Gruppe der Jungrinder wurden 17 Gauge-Kanülen (NEOJECT® von DISPOMED®, 1,5x50 mm), für die übrigen Jungrinder, die Kühe und die Bullen 14 Gauge Kanülen (FINE-JECT® von HENKE/ SASS/ WOLF oder BoviVet, 2,1x60 mm) verwendet. Es wurde an jedem Probenentnahmetag ein Betrieb beprobt. Die Beprobungen dauerten jeweils circa zwei Stunden. Danach wurden die Proben unverzüglich zur Untersuchung in das Labor der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung der Ludwig-Maximilians-Universität München in Oberschleißheim gebracht. Die Fahrzeit zum Labor betrug je nach Praxisgebiet zwischen einer halben und eineinhalb Stunden.

Tabelle 2: Übersicht über die Parameter, jeweiligen Probenröhrchen und der jeweiligen Untersuchungsmethode

Parameter	Probenröhrchen	Untersuchungsmethode
Blutbild	EDTA ¹	Durchflusszytometrie
Protein Harnstoff Kreatinin Bilirubin AST ² GLDH ³ GGT ⁴ Mineralstoffe	Serum	Zentrifugation + Fotometrie
GSH-Px ⁵	Blutgas	Fotometrie
Glukose D-/ L-Laktat	Laktat	Fotometrie
Paratuberkulose	Serum	ELISA

¹ EDTA: Ethyldiamintetraessigsäure

² AST: Aspartat-Aminotransferase

³ GLDH: Glutamatdehydrogenase⁴ GGT: Gamma-Glutamyltransferase⁵ GSH-Px: Glutathion-Peroxidase⁶ ELISA: Enzyme-linked Immunosorbent Assay

Das Serum wurde mit Serum-Monovetten® (SARSTEDT AG+Co., 9 ml) gewonnen. Als Zentrifuge diente das Gerät „Rotixa 50 RS“ der Firma HETTICH in der Einstellung 100 Minuten bei 4.000 Rounds/ minute und 20 °C. Für die Bearbeitung der Proben wurde der „cobas c 311 analyzer“ (Fotometer) der Firma ROCHE verwendet. Ebenfalls wurden mit diesem Gerät das Blut der Blutgas-Monovetten® (SARSTEDT AG+ Co., 2 ml LH, 50 I.E. Heparin/ ml Blut) und der Laktatröhrchen (SARSTEDT AG+Co., 2 ml, 75x12 mm, 16 I.E. Heparin/ ml Blut, 1,0 mg Fluorid/ ml Blut) untersucht. Für das Blutbild aus den EDTA-Röhrchen (SARSTEDT, 2 ml, 55x12 mm, 1,6 mg EDTA/ ml Blut) wurde der „sysmex poch-100 iV Diff“ (Durchflusszytometer) verwendet. Für die Untersuchung auf Paratuberkulose wurden die Serumproben anonymisiert, eingefroren und zu einem späteren Zeitpunkt untersucht. Eine nachträgliche Zuordnung des Paratuberkuloseergebnisses zur Identität des Betriebes oder des Einzeltieres war damit nicht möglich. Für die Untersuchung wurden Testsets „cattletype® MAP Ab“ der Firma QIAGEN® verwendet.

2.2. Ermittlung des body condition score (BCS) bei den Milchkühen

Die Ermittlung des body condition score (BCS) bei den Milchkühen erfolgte adspektorisch und palpatorisch mithilfe der Konditionsbestimmungstafel (Abb. 1) nach EDMONSON *et al.* (1989), übersetzt und modifiziert durch METZNER *et al.* (1993):

Abbildung 1: Konditionsbestimmungstafel für Milchkühe

	NOTE	Dornfortsätze	Verbindungsline Dorn- zu Querfortsätzen	Querfortsätze	Übergang zur Hungergrube	Hüfthöcker & Sitzbeinhöcker	Bereich zwisch. Hüft- & Sitz- beinhöcker	Bereich zwisch. Hüfthöckern	Beckenausgangs- grube
HOCHGRADIG ABGEMAGERT (kachektisch)	1.00	treten stark hervor, 'sägezahnähnlich'	tief eingesenkt	> 1/2 sichtbar	deutlicher Sims, eingesunken	extrem hart, kein Fettgewebe	völliger Fleischverlust	extrem eingesunken	scharf, V-förmig, Knochen stark hervortretend
	1.25								
	1.50								
	1.75								
KNOCHEN- VORSPRÜNGE GUT SICHTBAR	2.00	einzeln erkennbar	deutlich eingesenkt	1/2 Länge sichtbar	vorstehender Sims	vorstehend	sehr eingesunken		rund, U-förmig, Knochen hervortretend
	2.25								
	2.50								
	2.75	deutlich hervorstehende Rückenlinie							
KNOCHEN- VORSPRÜNGE GUT ABGEDECKT	3.00		leicht konkave Linie	< 1/4 sichtbar	mäßig vorstehend	glatt	eingesunken	mäßig eingesunken	angedeutet, Knochen weich
	3.25								
	3.50	Dornfortsätze undeutlich, weiche Rückenlinie	leichte Neigung	Querfortsätze angedeutet	deutliche Leiste, Querforts. nicht einzeln sichtbar	gut bedeckt	leicht eingesunken	leicht eingesunken	
	3.75								
KNOCHEN- VORSPRÜNGE ANGEDEUTET	4.00	Dornfortsätze nicht erkennbar, Rückenlinie flach	fast waagrecht	glatte, runde Kante	nicht vorstehend	abgerundet	angedeutet	flach	ausgefüllt, Knochen abgerundet
	4.25								
	4.50								
	4.75								
HOCHGRADIG VERFETTET	5.00	Dornfortsätze von Fettauflage verdeckt	abgerundet (konvex)	in Fettauflage verschwunden	vorgewölbt		abgerundet	abgerundet	

Nach EDMONSON *et al.* (1989), übersetzt und modifiziert von METZNER *et al.* (1993)

Stark verfettete Tiere wurden mit maximal 5,0 bewertet.

2.3. Statistische Auswertung

Für die Ermittlung der Referenzwerte wurde das Programm Excel 2010 verwendet. Für alle Datensätze der Proben erfolgten eine Ausreißerermittlung nach REED *et al.* (1971), sowie eine Ermittlung des Medians, des arithmetischen Mittelwerts und der Standardabweichung. Zur Überprüfung auf Normalverteilung wurden der Median und der Mittelwert miteinander verglichen und zur bildlichen Darstellung zusätzlich Boxplots (Abb. 2-35 im Anhang) erstellt. Zur Berechnung der Referenzwerte bei Vorliegen einer Normalverteilung wurde das parametrische Verfahren angewandt. Bei nicht-normalverteilten Werten wurde das nicht-parametrische Verfahren gewählt und die 2,5- und 97,5-Perzentile herangezogen. Die Überprüfung auf Unterschiede mit statistischer Signifikanz zwischen den beiden Kuhgruppen erfolgte mit dem Programm SPSS (IBM, Version 21). Unterschiede zwischen den beiden Kuhgruppen für die normalverteilten Werte wurden mit einem T-Test ermittelt. Für die Werte, bei denen keine Normalverteilung vorlag, wurde der Mann-Whitney-U-Test angewendet. P-Werte von $<0,05$ wurden als statistisch signifikant bewertet. Im Abschnitt 1.2. des Kapitels 4 sind die Parameter mit statistisch signifikantem Unterschied zwischen den beiden Kuhgruppen aufgeführt und es werden diejenigen Parameter, die ein parametrisches Verteilungsmuster aufweisen, für beide Gruppen mit p-Wert und Mittelwert angegeben. Für die Parameter mit einem nicht-parametrischen Verteilungsmuster werden p-Wert und Median angegeben. Die Überprüfung auf einen statistischen Unterschied der Paratuberkuloseergebnisse zwischen den beiden Kuhgruppen wurde mit dem Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Die Befunde der Parasitenuntersuchungen, der Körperkonditionsbeurteilung und des Paratuberkulosestatus wurden nur beschreibend dargestellt.

2.4. Kotproben

Von den adulten Tieren und Jungtieren wurde je eine Kotprobe mit einem sauberen Rektalisierungshandschuh aus dem Rektum entnommen und in ein Probengefäß gefüllt. Bei den Kälbern wurden die Proben durch Stimulation am Rektum der Tiere und daraufhin selbstständigem Absetzen von Kot gewonnen. Es wurden circa fünf Gramm Kot pro Tier je Untersuchung verwendet. Für die Untersuchung auf *Dictyocaulus viviparus* wurden circa 30 Gramm Kot pro Tier

verwendet. Die Proben wurden am jeweiligen Probenentnahmetag auf Kokzidien, Magen-Darm-Nematoden und Leberegel (*Fasciola hepatica*) untersucht. Die Befunde der *Eimeria* und Magen-Darm-Nematoden wurden nicht weiter differenziert. Das Ansetzen der Proben für die Untersuchung auf *Dictyocaulus viviparus* erfolgte ebenfalls am Tag der Probenahme. Die mikroskopische Untersuchung erfolgte nach circa 24 Stunden. Für die Untersuchung auf Kokzidien und Magen-Darm-Nematoden wurden die Kotproben durch Aussieben unter Verwendung einer gesättigten Zinkchlorid-Lösung (895 g NaCl, 3,75 l warmes Leitungswasser, 1012,5 g ZnCl₂) von großen Partikeln befreit und jeweils in ein Gefäß umgefüllt. Auf jede Probe wurde ein Deckgläschen gelegt und 15 Minuten stehen gelassen. Das Deckgläschen wurde auf einen Objektträger aufgebracht und unter dem Mikroskop untersucht. Für die Untersuchung auf Leberegel wurden die Proben durch Aussieben unter Verwendung von Leitungswasser von großen Partikeln befreit und jeweils in einen Glaszylinder gegeben und mit Leitungswasser aufgefüllt. Nachdem sich ein Sediment gebildet hat, wurde das überschüssige Wasser abgegossen. Der Vorgang wurde drei- bis viermal wiederholt bis das überschüssige Wasser beim letzten Durchgang klar erschien. Es wurde noch einmal abgegossen und das Sediment anschließend in eine Petrischale umgefüllt. Das Sediment wurde anschließend unter dem Mikroskop untersucht. Für die Untersuchung auf *Dictyocaulus viviparus* wurden die Proben in Gaze eingehüllt, in einen Baermann-Trichter gegeben und mit Leitungswasser aufgefüllt. Die angesetzten Proben wurden 24 Stunden stehen gelassen. Anschließend wurden einige Tropfen des Wassers durch Lösen der Schlauchklemme in einer Petrischale aufgefangen und mikroskopisch auf Larven untersucht.

IV. ERGEBNISSE

1. Beurteilung des Gesundheitsstatus der beprobten Tiere anhand bekannter Referenzwerte, unter Berücksichtigung der ermittelten Referenzwerte

1.1. Ermittelte Referenzwerte

Für die Werte des L-Laktats, des Harnstoffs, des Bilirubins, der GLDH, der CK, des Phosphors, des Magnesiums und des Kupfers in der Gruppe der Kälber, des L-Laktats, der GSH-Px, des Bilirubins, der CK, des CK/AST, des Kalziums und des Kupfers in der Gruppe der Jungrinder, des L-Laktats, der GSH-Px, des Bilirubins, des Phosphors, des Kupfers in der Gruppe der unauffälligen Kühe, des L-Laktats, des Harnstoffs, des Bilirubins, der CK, des Phosphors, der B-HBA und des Kupfers in der Gruppe der auffälligen Kühe, sowie für die Werte des L-Laktats und des Bilirubins in der Gruppe der Bullen konnte keine Normalverteilung festgestellt werden. In den Tabellen 3-7 sind die ermittelten Referenzwerte nach Altersgruppen dargestellt. Die Parameter, deren Werte keine Normalverteilung aufwiesen und für die somit nicht-parametrische Referenzwerte erstellt wurden, sind in den Tabellen mit * gekennzeichnet:

Tabelle 3: Ermittelte Referenzbereiche für Kälber der Rasse Fleckvieh (n=120)

Parameter	Median	Mittelwert	Standard- abweichung	Unterer Referenzwert	Oberer Referenzwert
Hämatologie					
WBC ¹ [G/l] ^{2,3}	9,30	9,16	2,072	5,10	13,22
Erythrozyten [T/l] ⁴	9,94	10,00	1,426	7,2	12,80
Hämoglobin[mg/dl] ^{5,6,7}	11,00	11,02	1,250	8,57	13,47
Hämoglobin[mmol/l]	6,83	6,84	0,776	5,32	8,37
Hämatokrit [%]	35,20	35,85	4,742	26,55	45,14
MCV ⁸ [fl] ⁹	35,55	35,99	2,731	30,63	41,34
MCH ¹⁰ [fmol]	0,68	0,69	0,025	0,64	0,74
MCHC ¹¹ [mmol/l]	19,15	19,14	0,393	18,37	19,91
PLT ¹² [G/l]	713,00	720,30	188,291	351,25	1089,35
Klinische Chemie					
GSH-Px ¹³ [U/gHb] ^{14,15}	465,33	453,33	167,429	125,17	781,49
Glukose [mmol/l]	4,60	4,50	0,567	3,39	5,61
L-Laktat [mmol/l]*	1,30	1,72	1,201	0,85	6,03
D-Laktat [mmol/l]	0,12	0,13	0,120	0,00	0,35
Harnstoff[mmol/l]*	2,10	2,37	1,333	0,60	5,60
Kreatinin [μmol/l] ¹⁶	82,93	84,52	17,008	51,19	117,86
Gesamteiweiß [g/l]	61,70	61,56	3,796	54,12	69,00
Albumin [g/l]	34,00	34,09	2,775	28,65	39,52
Globulin [g/l]	27,40	27,31	1,628	24,12	30,50
Bilirubin [μmol/l]*	0,92	0,99	0,572	0,14	2,68
AST ¹⁷ [U/l]	83,50	85,50	19,902	46,49	124,50
GGT ¹⁸ [U/l]	15,50	15,84	3,570	8,85	22,84
GLDH ¹⁹ [U/l]*	25,15	44,29	53,387	7,61	212,19
CK ²⁰ [U/l]*	225,50	243,56	106,457	56,4	505,03
CK/ AST	2,71	2,73	0,558	1,64	3,83
Phosphat[mmol/l]*	2,90	2,81	0,326	1,90	3,30
Magnesium[mmol/l]*	0,93	0,99	0,351	0,70	2,50
Kalzium [mmol/l]	2,62	2,55	0,344	1,88	3,23
Eisen [μmol/l]	29,39	29,59	7,254	15,37	43,81
Kupfer [μmol/l]	7,70	8,29	3,037	4,00	17,61
Zink [μmol/l]	12,10	12,33	2,758	6,92	17,73
Natrium [mmol/l]	141,00	141,04	2,437	136,26	145,82
Kalium [mmol/l]	4,61	4,64	0,403	3,85	5,43
Chlorid [mmol/l]	95,75	95,64	2,307	91,12	100,16

¹WBC: White blood cells²G: Giga, 10⁹³l: Liter⁴T: Tera, 10¹²⁵m: Milli, 10⁻³⁶g: Gramm⁷d: Dezi, 10⁻¹⁸MCV: Mean corpuscular volume⁹f: Femto, 10⁻¹⁵¹⁰MCH: Mean corpuscular hemoglobin¹¹MCHC: Mean corpuscular hemoglobin concentration¹²PLT: Platelets¹³GSH-Px: Glutathion-Peroxidase¹⁴U: internationale Einheit¹⁵gHb: Gramm Hämoglobin¹⁶μ: Mikro, 10⁻⁶¹⁷AST: Aspartat-Aminotransferase¹⁸GGT: Gamma-Glutamyltransferase¹⁹GLDH: Glutamatdehydrogenase²⁰CK: Kreatinkinase

Tabelle 4: Ermittelte Referenzbereiche für Jungrinder der Rasse Fleckvieh (n=120)

Parameter	Median	Mittelwert	Standard- abweichung	Unterer Referenzwert	Oberer Referenzwert
Hämatologie					
WBC ¹ [G/l] ^{2,3}	9,40	9,51	2,072	5,43	13,57
Erythrozyten [T/l] ⁴	8,69	8,72	1,043	6,68	10,77
Hämoglobin[mg/dl] ^{5,6,7}	11,80	11,86	1,226	9,46	14,27
Hämoglobin[mmol/l]	7,33	7,37	0,761	5,88	8,86
Hämatokrit [%]	35,40	35,74	3,436	29,01	42,48
MCV ⁸ [fl] ⁹	41,05	41,24	3,408	34,56	47,92
MCH ¹⁰ [fmol]	0,85	0,85	0,020	0,81	0,89
MCHC ¹¹ [mmol/l]	20,62	20,60	0,242	20,12	21,07
PLT ¹² [G/l]	510,00	517,66	144,631	234,19	801,14
Klinische Chemie					
GSH-Px ¹³ [U/gHb] ^{14,15*}	433,84	414,96	190,185	96,86	702,60
Glukose [mmol/l]	4,30	4,30	0,587	3,15	5,45
L-Laktat [mmol/l]*	1,31	1,67	0,953	0,82	4,62
Harnstoff [mmol/l]	3,40	3,44	1,444	0,61	6,26
Kreatinin [μmol/l] ¹⁶	96,18	98,90	17,493	64,62	133,19
Gesamteiweiß [g/l]	63,65	64,04	4,682	54,86	73,22
Albumin [g/l]	37,20	37,01	2,395	32,32	41,71
Globulin [g/l]	26,50	27,03	2,464	22,19	31,86
Bilirubin [μmol/l]*	0,94	1,00	0,465	0,34	2,06
AST ¹⁷ [U/l]	70,20	72,47	12,634	47,71	97,23
GGT ¹⁸ [U/l]	15,80	16,37	3,858	8,81	23,93
GLDH ¹⁹ [U/l]	10,55	12,56	7,627	4,77	31,87
CK ²⁰ [U/l]*	170,00	191,64	81,895	112,93	463,95
CK/ AST*	2,40	2,67	0,923	2,09	5,33
Phosphat [mmol/l]	2,50	2,52	0,310	1,91	3,13
Magnesium[mmol/l]	0,96	0,95	0,070	0,82	1,09
Kalzium [mmol/l]*	2,53	2,68	0,821	2,34	6,61
Eisen [μmol/l]	30,63	29,94	7,749	14,76	45,13
Kupfer [μmol/l]*	8,25	9,22	3,461	4,70	16,81
Zink [μmol/l]	11,70	12,02	1,831	8,43	15,61
Natrium [mmol/l]	141,00	141,21	2,355	136,59	145,82
Kalium [mmol/l]	4,44	4,46	0,308	3,85	5,06
Chlorid [mmol/l]	96,50	96,79	2,404	92,08	101,51

¹WBC: White blood cells²G: Giga, 10⁹³l: Liter⁴T: Tera, 10¹²⁵m: Milli, 10⁻³⁶g: Gramm⁷d: Dezi, 10⁻¹⁸MCV: Mean corpuscular volume⁹f: Femto, 10⁻¹⁵¹⁰MCH: Mean corpuscular hemoglobin¹¹MCHC: Mean corpuscular hemoglobin concentration¹²PLT: Platelets¹³GSH-Px: Glutathion-Peroxidase¹⁴U: internationale Einheit¹⁵gHb: Gramm Hämoglobin¹⁶μ: Mikro, 10⁻⁶¹⁷AST: Aspartat-Aminotransferase¹⁸GGT: Gamma-Glutamyltransferase¹⁹GLDH: Glutamatdehydrogenase²⁰CK: Kreatinin

Tabelle 5: Ermittelte Referenzbereiche für Kühe Gruppe 3a (klinisch unauffällig) der Rasse Fleckvieh (n=120)

Parameter	Median	Mittelwert	Standard- abweichung	Unterer Referenzwert	Oberer Referenzwert
Hämatologie					
WBC ¹ [G/l] ^{2,3}	6,80	6,79	1,346	4,16	9,43
Erythrozyten [T/l] ⁴	6,37	6,41	0,680	5,08	7,75
Hämoglobin[mg/dl] ^{5,6,7}	10,60	10,51	1,247	8,07	12,96
Hämoglobin[mmol/l]	6,58	6,53	0,774	5,01	8,05
Hämatokrit [%]	30,80	30,56	3,470	23,76	37,36
MCV ⁸ [fl] ⁹	47,40	47,73	4,227	39,44	56,01
MCH ¹⁰ [fmol]	1,02	1,02	0,029	0,96	1,07
MCHC ¹¹ [mmol/l]	21,43	21,45	0,208	21,04	21,86
PLT ¹² [G/l]	395,50	392,94	99,074	198,75	587,12
Klinische Chemie					
GSH-Px ¹³ [U/gHb] ^{14,15*}	519,15	497,20	168,687	200,55	755,96
Glukose [mmol/l]	3,50	3,33	0,496	2,36	4,30
L-Laktat [mmol/l]*	0,98	1,22	0,731	0,62	3,11
Harnstoff [mmol/l]	4,10	4,08	1,432	1,27	6,88
Kreatinin [μmol/l] ¹⁶	99,71	100,11	14,596	71,50	128,72
Gesamteiweiß [g/l]	74,20	74,14	4,655	65,02	83,26
Albumin [g/l]	39,25	39,28	2,400	34,58	43,99
Globulin [g/l]	34,85	34,86	2,302	30,35	39,37
Bilirubin [μmol/l]*	0,72	0,83	0,500	0,21	1,88
AST ¹⁷ [U/l]	75,80	79,87	16,595	47,35	112,40
GGT ¹⁸ [U/l]	23,30	24,56	6,614	11,60	37,53
GLDH ¹⁹ [U/l]	10,37	14,81	16,763	5,12	50,61
CK ²⁰ [U/l]	133,00	137,38	49,524	40,32	234,45
CK/ AST	1,73	1,66	0,281	1,10	2,21
Phosphat [mmol/l]*	1,70	1,79	0,294	1,30	2,50
Magnesium[mmol/l]	1,01	1,01	0,095	0,82	1,19
Kalzium [mmol/l]	2,49	2,47	0,138	2,20	2,74
BHBA ²¹ [mmol/l]	0,60	0,61	0,204	0,21	1,01
Eisen [μmol/l]	29,37	29,59	5,799	18,23	40,96
Kupfer [μmol/l]*	8,50	9,85	3,785	5,79	18,81
Zink [μmol/l]	11,90	11,96	1,850	8,34	15,59
Natrium [mmol/l]	141,00	141,22	2,174	136,96	145,48
Kalium [mmol/l]	4,20	4,21	0,331	3,56	4,86
Chlorid [mmol/l]	97,25	97,22	2,319	92,68	101,77

¹WBC: White blood cells²G: Giga, 10⁹³l: Liter⁴T: Tera, 10¹²⁵m: Milli, 10⁻³⁶g: Gramm⁷d: Dezi, 10⁻¹⁸MCV: Mean corpuscular volume⁹f: Femto, 10⁻¹⁵¹⁰MCH: Mean corpuscular hemoglobin¹¹MCHC: Mean corpuscular hemoglobin concentration¹²PLT: Platelets¹³GSH-Px: Glutathion-Peroxidase¹⁴U: internationale Einheit¹⁵gHb: Gramm Hämoglobin¹⁶μ: Mikro, 10⁻⁶¹⁷AST: Aspartat-Aminotransferase¹⁸GGT: Gamma-Glutamyltransferase¹⁹GLDH: Glutamatdehydrogenase²⁰CK: Kreatinin²¹BHBA: Beta-Hydroxybuttersäure

Tabelle 6: Ermittelte Referenzbereiche für Kühe Gruppe 3b (klinisch auffällig) der Rasse Fleckvieh (n=120)

Parameter	Median	Mittelwert	Standard-abweichung	Unterer Referenzwert	Oberer Referenzwert
Hämatologie					
WBC ¹ [G/l] ^{2,3}	6,75	6,67	1,707	3,32	10,01
Erythrozyten [T/l] ⁴	6,50	6,44	0,706	5,05	7,82
Hämoglobin[mg/dl] ^{5,6,7}	10,40	10,43	1,102	8,27	12,59
Hämoglobin[mmol/l]	6,46	6,48	0,684	5,14	7,82
Hämatokrit [%]	30,25	30,40	3,218	24,10	36,71
MCV ⁸ [fl] ⁹	47,25	47,44	4,111	39,38	55,80
MCH ¹⁰ [fmol]	1,01	1,01	0,013	0,99	1,04
MCHC ¹¹ [mmol/l]	21,26	21,31	0,343	20,64	21,48
PLT ¹² [G/l]	422,50	412,49	121,657	174,06	650,91
Klinische Chemie					
GSH-Px ¹³ [U/gHb] ^{14,15}	537,67	528,43	160,770	213,26	845,44
Glukose [mmol/l]	3,40	3,36	0,440	2,49	4,22
L-Laktat [mmol/l]*	0,95	1,14	0,695	0,66	3,61
Harnstoff [mmol/l]*	4,20	3,98	1,334	1,50	6,40
Kreatinin [μmol/l] ¹⁶	98,18	97,44	15,109	67,83	127,05
Gesamteiweiß [g/l]	76,30	76,54	6,015	64,75	88,33
Albumin [g/l]	38,65	38,37	2,925	32,63	44,10
Globulin [g/l]	37,80	38,17	3,233	31,84	44,51
Bilirubin [μmol/l]*	0,71	0,81	0,452	0,28	2,05
AST ¹⁷ [U/l]	78,35	83,68	25,599	33,51	133,86
GGT ¹⁸ [U/l]	26,20	26,63	7,401	12,13	41,14
GLDH ¹⁹ [U/l]	10,14	12,870	8,307	5,19	34,19
CK ²⁰ [U/l]*	128,50	143,25	73,979	62,00	285,18
CK/ AST	1,65	1,66	0,254	1,16	2,16
Phosphat [mmol/l]*	1,70	1,76	0,309	1,30	2,51
Magnesium[mmol/l]	1,00	0,99	0,087	0,82	1,16
Kalzium [mmol/l]	2,48	2,46	0,139	2,19	2,73
BHBA ²¹ [mmol/l]*	0,50	0,58	0,228	0,30	1,10
Eisen [μmol/l]	28,23	28,16	6,668	15,10	41,23
Kupfer [μmol/l]*	9,40	11,18	4,816	5,69	23,51
Zink [μmol/l]	11,70	11,78	1,742	8,36	15,19
Natrium [mmol/l]	141,00	140,76	2,408	136,04	145,48
Kalium [mmol/l]	4,17	4,20	0,372	3,47	4,93
Chlorid [mmol/l]	96,90	97,00	2,553	91,99	102,00

¹WBC: White blood cells²G: Giga, 10⁹³l: Liter⁴T: Tera, 10¹²⁵m: Milli, 10⁻³⁶g: Gramm⁷d: Dezi, 10⁻¹⁸MCV: Mean corpuscular volume⁹f: Femto, 10⁻¹⁵¹⁰MCH: Mean corpuscular hemoglobin¹¹MCHC: Mean corpuscular hemoglobin concentration¹²PLT: Platelets¹³GSH-Px: Glutathion-Peroxidase¹⁴U: internationale Einheit¹⁵gHb: Gramm Hämoglobin¹⁶μ: Mikro, 10⁻⁶¹⁷AST: Aspartat-Aminotransferase¹⁸GGT: Gamma-Glutamyltransferase¹⁹GLDH: Glutamatdehydrogenase²⁰CK: Kreatinin²¹BHBA: Beta-Hydroxybuttersäure

Tabelle 7: Ermittelte Referenzbereiche für Bullen der Rasse Fleckvieh (n=63)

Parameter	Median	Mittelwert	Standard- abweichung	Unterer Referenzwert	Oberer Referenzwert
Hämatologie					
WBC ¹ [G/l] ^{2,3}	7,30	7,40	1,754	3,97	10,85
Erythrozyten [T/l] ⁴	8,60	8,60	1,033	6,59	10,65
Hämoglobin[mg/dl] ^{5,6,7}	14,80	14,80	1,589	11,69	17,92
Hämatokrit [%]	42,80	42,90	4,494	34,11	51,72
PLT ⁸ [G/l]	301,00	307,60	98,581	114,41	500,85
Klinische Chemie					
GSH-Px ⁹ [U/gHb] ^{10,11}	527,90	534,90	68,621	400,36	669,35
Glukose [mmol/l]	3,80	3,80	0,386	3,06	4,57
L-Laktat [mmol/l]*	2,00	2,40	1,035	1,30	4,84
Harnstoff [mmol/l]	3,80	3,70	0,702	2,32	5,08
Kreatinin [μmol/l] ¹²	163,50	164,50	27,774	110,06	218,94
Gesamteiweiß[g/l]	76,70	77,50	6,845	64,11	90,94
Albumin [g/l]	35,90	35,50	2,031	31,51	39,47
Bilirubin [μmol/l]*	0,90	1,00	0,493	0,34	2,17
AST ¹³ [U/l]	108,30	113,80	25,845	63,19	164,50
GGT ¹⁴ [U/l]	22,00	22,30	4,958	12,55	31,98
GLDH ¹⁵ [U/l]	18,70	23,00	16,260	6,92	64,54
CK ¹⁶ [U/l]	175,00	182,60	54,516	75,71	289,42
Phosphat [mmol/l]	2,00	2,00	0,298	1,41	2,58
Magnesium [mmol/l]	0,90	0,90	0,070	0,76	1,03
Kalzium [mmol/l]	2,40	2,40	0,101	2,23	2,63
Eisen [μmol/l]	32,90	33,40	5,289	23,02	43,75
Kupfer [μmol/l]	24,20	24,30	2,072	20,19	28,32
Zink [μmol/l]	17,30	17,30	1,935	13,50	21,08
Natrium [mmol/l]	144,00	143,80	1,616	140,59	146,93

¹WBC: White blood cells²G: Giga, 10⁹³l: Liter⁴T: Tera, 10¹²⁵m: Milli, 10⁻³⁶g: Gramm⁷d: Dezi, 10⁻¹⁸PLT: Platelets⁹GSH-Px: Glutathion-Peroxidase¹⁰U: internationale Einheit¹¹gHb: Gramm Hämoglobin¹²μ: Mikro, 10⁻⁶¹³AST: Aspartat-Aminotransferase¹⁴GGT: Gamma-Glutamyltransferase¹⁵GLDH: Glutamatdehydrogenase¹⁶CK: Kreatinin

1.2. Vergleich der klinisch unauffälligen mit den klinisch auffälligen Kühen

Die Tiere in der Gruppe der klinisch auffälligen Kühe hatten Gelenks- und Klauenerkrankungen, eine reduzierte Milchleistung oder zu hohe Zellzahlen, eine reduzierte Körpermasse bis hin zur Abmagerung, eine schlechte Fruchtbarkeit oder fielen durch vermehrtes Liegen auf. In diesem Abschnitt werden die ermittelten Referenzwerte der beiden Kuhgruppen miteinander verglichen. Statistisch signifikante Unterschiede werden in Tabelle 8 dargestellt. Parameter mit nicht-parametrischer Verteilung sind mit * gekennzeichnet.

Tabelle 8: Übersicht über die p-Werte, Mittelwerte und Mediane der Parameter mit statistisch signifikantem Unterschied der beiden Kuhgruppen (klinisch auffällig und unauffällig):

Parameter	p-Wert	Mittelwert/ Median Gruppe auffällig	Mittelwert/ Median Gruppe unauffällig
Gesamteiweiß [g/l] ^{1,2}	0,001	74,14	76,54
Albumin [g/l]	0,009	39,28	38,37
Globulin [g/l]	0,001	34,86	38,17
Kupfer [μmol/l] ^{3*}	0,018	8,50	9,40

¹g: Gramm

²l: Liter

³μ: Mikro, 10⁻⁶

2. Kotprobenergebnisse

2.1. Parasitenbefall auf Betriebsebene

Von den Kotproben von 24 Betrieben wiesen Tiere von 22 Betrieben Kokzidien auf. Das entspricht 91,61 %. Bei Tieren von 15 Betrieben (62,50 %) wurden Magendarmwurmeier gefunden und Tiere eines Betriebes (4,35 %) wiesen Befall mit *Fasciola hepatica* auf. Es konnten auf keinem Betrieb Lungenwürmer festgestellt werden.

2.2. Prävalenz Einzeltier

Dieser Abschnitt gibt einen Überblick über die Anzahl der positiv getesteten Tiere und deren Anteil an der Gruppe der insgesamt beprobten Tiere. In Tabelle 9 sind die Ergebnisse der Untersuchungen auf Kokzidien, Magendarmwürmer, *Dictyocaulus viviparus* und *Fasciola hepatica* aufgeführt:

Tabelle 9: Prävalenz Kokzidien, Magendarmwürmer, *Dictyocaulus viviparus* und *Fasciola hepatica* auf Einzeltierebene innerhalb der verschiedenen Gruppen, sowie in der Gesamtgruppe:

	Kokzidien				Magendarmwürmer				<i>Dictyocaulus viviparus</i>			<i>Fasciola hepatica</i>		
	Kälber	Jungrinder	Kühe	Gesamt	Kälber	Jungrinder	Kühe	Gesamt	Jungrinder	Kühe	Gesamt	Jungrinder	Kühe	Gesamt
Anzahl betroffener Tiere	36	28	15	79	8	4	17	29	0	0	0	0	2	2
Anzahl der insgesamt beprobten Tiere	109	115	230	454	109	115	230	454	115	230	345	115	230	345
Prävalenz [%]	33,03	24,35	6,52	17,40	7,34	3,48	7,39	6,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	0,58
95 %-Konfidenzintervall	24,91-42,30	17,42-32,94	3,99-10,48	14,19-21,16	3,77-18,82	1,36-8,60	4,67-11,52	4,48-9,02	0,00-3,23	0,00-1,64	0,00-1,10	0,00-3,23	0,24-3,11	0,16-2,09

2.3. Anteil kokzidienbefallener Tiere mit dem Symptom Diarrhoe, Gegenüberstellung des Parameters „Höhe des Kokzidienbefalls“ und des Symptoms Diarrhoe

In Tabelle 10 wird der Anteil an kokzidienbefallenen Tieren, die an Durchfall erkrankt waren, aufgezeigt:

Tabelle 10: Anteil an Diarrhoe erkrankter Tiere aus den Gruppen der positiv auf Kokzidien getesteten Tiere

	Anzahl positiver Kotproben	Anzahl der Tiere mit Durchfall	Anteil [%]
Kälber	37	2	5,41
Jungrinder	28	0	0,00
Kühe	15	0	0,00
Gesamt	80	2	2,50

Tabelle 11 zeigt eine Gegenüberstellung der Höhe des Kokzidienbefalls zur Anzahl der Tiere, die zum Zeitpunkt der Beprobung an Durchfall erkrankt waren.

Tabelle 11: Gegenüberstellung der Höhe des Kokzidienbefalls und der Anzahl an Durchfall erkrankter Tiere

Höhe Befall	Anzahl Tiere	Anzahl der Tiere mit Durchfall
0 Kokzidien	374	8
1-4 Kokzidien	56	2
Kokzidien +	13	0
Kokzidien ++	9	0
Kokzidien +++	2	0

ein Plus bedeutet bis fünf Kokzidien pro 5 g Kot

zwei Plus bedeuten mehr als fünf Kokzidien pro 5 g Kot, in jedem Sichtfeld vorhanden, aber noch gut zählbar

drei Plus bedeuten unübersichtlich viele Kokzidien und nicht mehr eindeutig zählbar

3. Paratuberkulose

Die Tabelle 12 enthält die Anzahl positiv auf Paratuberkulose getesteter Tiere und deren Anteil an der Anzahl getesteter Tiere:

Tabelle 12: Paratuberkulose-Serostatus in den Gruppen der getesteten Tiere

	Kühe Gruppe 3a	Kühe Gruppe 3b	Kühe gesamt
Anzahl positiv getesteter Tiere	6	10	16
Anzahl getesteter Tiere	120	120	240
Prävalenz [%]	5,00	8,33	6,67
95 %-Konfidenzintervall	2,31-10,48	4,59-14,66	4,14-10,55

Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied in den Prävalenzen der beiden Kuhgruppen festgestellt werden (Chi-Quadrat-Test: $p = 0,301$).

4. Ergebnisse des body condition scoring

Der BCS wurde nur bei den Kühen bestimmt. Unter Berücksichtigung, dass für Fleckviehkühe die Bewertung in der Körperkonditionsbeurteilung um 0,5 Punkte höher liegt als für Holstein-Friesien-Kühe, ergibt sich für den Idealwert in der mittleren Laktation ein Wert von 3,75 (MANSFELD *et al.*, 2000). In Gruppe 3a lagen 76,7 % und in Gruppe 3b 72,5 % der Kühe im Optimalbereich von 3,75. Insgesamt lagen 74,6 % der Kühe in diesem Bereich. Ansonsten war vor allem in der Gruppe 3a tendenziell eine Neigung zu leicht überkonditionierten Tieren zu erkennen. Teilweise wurde in den eigenen Untersuchungen das Beurteilungssystem für stark verfettete Tiere nach oben hin, wie schon bei SCHÄFERS (2000) erwähnt, als nicht ausreichend befunden. Die Werteskala wurde in den eigenen Untersuchungen nicht nach oben erweitert. Der Tabelle 13 ist zu entnehmen, wie sich die Verteilung der bewerteten Tiere auf die Endnoten des BCS verteilte. Die Ergebnisse werden als Anzahl der Tiere und dem sich daraus ergebenden prozentualen Anteil an der jeweiligen Gruppe dargestellt:

Tabelle 13: Verteilung der BCS-Ergebnisse in den Gruppen klinisch unauffällige (3a) und klinisch auffällige (3b) Kühe, sowie der Gesamtgruppe der Kühe

BCS ¹	Anzahl Kühe Gruppe 3a	% Kühe Gruppe 3a	Anzahl Kühe Gruppe 3b	% Kühe Gruppe 3b	Anzahl Kühe Gesamtgruppe	% Gesamt
1,5	0	0	1	0,83	1	0,42
2	0	0	3	2,50	3	1,25
2,5	0	0	3	2,50	3	1,25
3	0	0	3	2,50	3	1,25
3,25	0	0	4	3,33	4	1,67
3,5	4	3,33	1	0,83	5	2,08
3,75	92	76,7	87	72,5	179	74,6
4	2	1,67	2	1,67	4	1,67
4,25	12	10,00	14	11,67	26	10,83
4,5	4	3,33	3	2,50	7	2,92
5	2	1,67	1	0,83	3	1,25

¹BCS: Body condition score

V. DISKUSSION

Ziel dieser Arbeit war es, einen Überblick über den Gesundheitsstatus oberbayerischer Landwirtschaftsbetriebe zu erhalten, mittels der Erstellung von Referenzwerten für Rinder der Rasse Fleckvieh unterschiedlicher Altersgruppen und der Kontrolle des Parasitenstatus. Es muss darauf hingewiesen werden, dass nur 63 Tiere in die Gruppe der Bullen aufgenommen wurden und die Ergebnisse somit als weniger aussagekräftig zu bewerten sind, als es in den anderen Gruppen mit jeweils 120 Tieren der Fall ist. Die Wahrscheinlichkeit von 0,9, dass 95 % der Population zwischen dem niedrigsten und höchsten Wert liegen, muss bei einem Probenumfang von unter 80 nach unten korrigiert werden (LUMSDEN und MULLEN, 1978). Bei Referenzwerten der vorliegenden Studie, die stark von Angaben in der Literatur abweichen, muss in Betracht gezogen werden, dass unterschiedliche Annahmen über die parametrische oder nicht-parametrische Verteilung der Werte eines Parameters vorliegen können. Die beprobten Tiere stammten aus zwei Praxisgebieten. Die Tiere in einem Gebiet standen somit unter den gleichen Einflüssen in Bezug auf Bodenzusammensetzung und Grünfutterqualität. Die Ergebnisse der Körperkonditionsbeurteilung zeigen, dass der überwiegende Teil der Kühe im Optimalbereich für die mittlere Laktation mit einem Wert von 3,75 lagen. Die Landwirte stuften die beprobten Tiere als gesundheitlich unauffällig ein, außerdem wurden die Tiere vor Probenahme adspektorisch beurteilt und ebenfalls als klinisch unauffällig eingestuft. Das zusätzliche Messen der Temperatur der Tiere und weiterführende klinische Untersuchungen hätten ein verbessertes Vorgehen in dieser Studie dargestellt, dies war allerdings organisatorisch nicht zu realisieren. Insgesamt sprechen die gesammelten Informationen über die Tiere und die Ergebnisse der Körperkonditionsbeurteilung für eine durchgehend gute Fütterungspraxis in den beprobten Betrieben, was eine Voraussetzung für gute Herdengesundheit ist und in der Referenzwerterstellung von Blutparametern eine wichtige Rolle spielt. Es kann daher von einer Art Allgemeingültigkeit der ermittelten Werte für die klinische Diagnostik ausgegangen werden.

Im Blutbild ergaben sich ähnliche Werte wie in der Literatur angegeben. Für den Parameter WBC unterschieden sich die Werte der unterschiedlichen Altersgruppen nicht nennenswert. HOLSTEG (2002) gab ähnliche Werte an. Es

zeigte sich bei den erhobenen Daten ebenfalls die Tendenz für etwas höhere Werte bei den Jungtieren als bei adulten Tieren.

Die Werte für den Parameter Erythrozyten für adulte Tiere stimmten mit den von DIRKSEN *et al.* (2006) und KRAFT und DÜRR (2005) angegebenen Referenzbereichen überein. HOLSTEG (2002) gab leicht erhöhte Werte für die Jungtiere an. Die in dieser Studie erhobenen Werte bestätigten diese Tendenz. BRUN-HANSEN *et al.* (2006) beschrieben für rotbunte Kälber niedrigere Erythrozytenzahlen, sowie eine größere Breite des Referenzbereichs als bei adulten Tieren gleicher Rasse. Diese Aussagen konnten in vorliegender Studie nicht bestätigt werden. STÖBER und GRÜNDER (1990) gaben an, dass Bullen höhere Erythrozytenzahlen als Kühe und Jungtiere aufweisen. Diese Aussage konnte nur bedingt bestätigt werden. Die Bullen wiesen höhere Werte als die adulten Kühe auf, allerdings stimmte der ermittelte Referenzbereich der Gruppe mit dem der Jungrinder überein.

Die angegebenen Referenzbereiche der im Anhang aufgeführten Autoren für den Parameter Hämoglobin stimmten mit den vorliegenden Ergebnissen überein. DIRKSEN *et al.* (2006) beschrieben ein Sinken des Hämoglobinwertes bei Kälbern mit Beginn der ersten Milchtränke. Nach Beginn der Beifuttergabe steigt der Wert wieder. Im Alter von drei bis zehn Monaten erhält man die niedrigsten Werte für diesen Parameter. Dem entgegen beschrieben BRUN-HANSEN *et al.* (2006) gleiche Werte für Kälber und adulte Tiere. In den vorliegenden Untersuchungen zeigten sich für die Gruppe der Kälber (von der Milch abgesetzt bis zu einem Alter von sechs Monaten) keine nennenswerten Unterschiede zu den anderen Gruppen. Bei der Gruppe der Bullen lag der Referenzbereich deutlich höher. Dies stimmte mit KUNZ (2004) überein. Auch DOORNENBAL (1977) erwähnte für Bullen die höchsten Werte.

Auch beim Parameter Hämatokrit lag der Referenzbereich der Bullen höher als in den anderen Gruppen. Die Werte der Kälber und Jungrinder waren gegenüber denen der für die Kühe ermittelten Werte leicht erhöht. Die Angaben von DIRKSEN *et al.* (2006), HOLSTEG (2002) und der in der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung der Ludwig-Maximilians-Universität München verwendeten Referenzwerte für adulte Tiere stimmten mit den für Kühe ermittelten Werten überein.

Die Parameter MCH, MCV und MCHC sind von den Parametern Hämoglobin, Hämatokrit und Erythrozytenzahl abhängig. Daher wird sich jede Veränderung in den Werten von Hämoglobin, Hämatokrit und Erythrozytenzahl in den Werten der Parameter MCH, MCV und MCHC widerspiegeln. Die Parameter MCH, MCV und MCHC lagen in der Gruppe der Kälber niedriger als bei Jungrindern und Kühen. MOHRI *et al.* (2007) beschrieben ein Absinken der Werte für alle drei Parameter in den ersten Lebenswochen, gefolgt von einem Wiederanstieg. Als mögliche Ursache wurde eine Eisenmangelsituation der Kälber genannt. Wie JAIN (1986) beschrieb, kann auch ein Abnehmen der Erythrozytengröße, was sich in einem Absinken des MCV zeigt, ursächlich sein. BRUN-HANSEN *et al.* (2006) beschrieben ebenfalls niedrigere Werte für Kälber als für andere Altersgruppen. Bei HOLSTEG (2002) stimmten die Werte der Kälber in etwa mit denen der vorliegenden Studie überein. Auch der Anstieg der Werte mit zunehmendem Alter konnte bestätigt werden. Insgesamt lagen die ermittelten Werte für den Parameter MCV etwas niedriger als bei DIRKSEN *et al.* (2006), KRAFT und DÜRR (2005) und bei den Werten aus der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Die vorliegenden Ergebnisse für den Parameter Thrombozyten (PLT) bestätigten die Aussage von HOLSTEG (2002), nach der die Werte mit zunehmendem Alter sinken. So wiesen die Kälber mit Abstand die höchsten Werte auf und die Gruppe der Kühe die niedrigsten. Der Referenzbereich der Bullen lag von allen beprobten Gruppen am niedrigsten. Die Tiere in dieser Gruppe waren im Alter von zwölf Monaten bis 10,5 Jahren.

Für den Referenzbereich der Aktivität der GSH-Px in den Erythrozyten war ein deutliches Absinken der Werte bei den Jungrindern zu erkennen. Sowohl die Referenzbereiche der Kälber als auch die der Kühe und Bullen lagen höher. Der Referenzbereich in der Gruppe der Bullen wies eine geringere Breite auf als in den anderen Gruppen, der obere Referenzwert unterschied sich jedoch nicht von den Werten der anderen Gruppen. DIRKSEN *et al.* (2006) gaben Serum- bzw. Plasmawerte von >140 U/gHb für die Aktivität der GSH-Px an, wiesen aber auf stark laborabhängige Beurteilungsgrenzen hin. In der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung der Ludwig-Maximilians-Universität München wird ein Referenzwert von >250 U/gHb herangezogen. Die unteren Grenzwerte

der Kälber und Jungrinder lagen noch unter dem von DIRKSEN *et al.* (2006) angegebenen, der untere Grenzwert der Kühe lag zwischen den beiden Vergleichswerten und der untere Grenzwert der Bullen deutlich über dem Wert von >250 U/gHb. In einigen Betrieben ist es mittlerweile gängige Praxis die Kälber direkt nach der Geburt mit einer Vitamin E- und Seleninjektion zu versorgen. Auch wird meist auf eine gute Selenversorgung der hochleistenden Kühe in Form von Selenboli und ähnlichem geachtet, während der Selenversorgung bei den Jungrindern keine besondere Beachtung zukommt. Einige Landwirte berichteten auch, dass die Jungrinder teilweise die Reste des Kuhfutters vorgelegt bekommen. Es kann vermutet werden, dass hier einer der Gründe für die ermittelten Werte liegt. QUIGLEY und MILLS (2005) beschrieben, dass Tiergruppen einer Rinderherde, die Reste des Kuhfutters bekommen, anderen Ernährungsbedingungen bzw. einer anderen Nährstoffzufuhr unterworfen sind als Kühe, die eine frische Ration vorgelegt bekommen.

Bei KRAFT und DÜRR (2005) und RADOSTITS *et al.* (2000) lagen die Werte für den Parameter Glukose leicht unterhalb der Werte der vorliegenden Studie. In den vorliegenden Untersuchungen zeigten sich mit zunehmendem Alter niedrigere Werte.

Die höchsten L-Laktat-Werte wurden in der Gruppe der Kälber ermittelt. Die Werte lagen mit zunehmendem Alter der Tiere niedriger. OMOLE *et al.* (2001) nannten für den oberen Grenzwert der Kälber einen um die Hälfte kleineren Wert als in der vorliegenden Studie. Der ermittelte Referenzbereich in der Gruppe der Bullen lag insgesamt etwas höher als in der Gruppe der Kühe.

PÖHLER (2004) beschrieb für den Parameter D-Laktat bei Kälbern im Alter von fünf bis vierzehn Tagen einen Wert von kleiner oder gleich $5,47$ mmol/l. Die vorliegenden Untersuchungen zeigten bei den Kälbern nach dem Absetzen der Milchtränke bis zu einem Alter von sechs Monaten nur noch einen Wert von kleiner oder gleich $0,35$ mmol/l, was daran liegen könnte, dass die Kälber in vorliegender Studie schon älter waren als die in der Studie von PÖHLER (2004) beprobt.

Nach DOORNENBAL *et al.* (1988) steigen die Werte für Harnstoff und Gesamteiweiß mit zunehmendem Alter. Die vorliegenden Werte bestätigten das. Die von KRAFT und DÜRR (2005) für adulte Rinder angegebenen Werte für

Harnstoff stimmten mit den vorliegenden in der Gruppe der Bullen überein. Für die anderen Gruppen zeigte sich eine größere Breite in den Werten. Die von RADOSTITS *et al.* (2000) angegebenen Werte für Harnstoff stimmten mit den vorliegenden Werten der Gruppe der Kühe überein. Die ermittelten Werte des Parameters Gesamteiweiß für adulte Tiere stimmten mit denen bei DIRKSEN *et al.* (2006) und KRAFT und DÜRR (2005) überein, allerdings zeigten die eigenen Untersuchungen mit zunehmendem Alter steigende Werte. RADOSTITS *et al.* (2000) gaben für das Gesamteiweiß um ein Drittel kleinere Werte an, als in der vorliegenden Arbeit ermittelt. Auch beim Parameter Kreatinin stiegen die Werte mit zunehmendem Alter und die Gruppe der Bullen wies die höchsten Werte auf. Es zeigte sich eine engere Breite der Referenzbereiche aller Altersgruppen als bei KRAFT und DÜRR (2005) und RADOSTITS *et al.* (2000).

Beim Parameter Albumin lagen die Werte für Kälber geringgradig niedriger als in den Gruppen der Jungrinder und Kühe. Die Werte der Bullen entsprachen in etwa den Werten der Kälber. Die von KRAFT und DÜRR (2005) und RADOSTITS *et al.* (2000) angegebenen Referenzbereiche entsprachen den vorliegenden Ergebnissen.

Die Referenzbereiche für Globulin stiegen mit zunehmendem Alter, vor allem für den oberen Grenzwert.

KRAFT und DÜRR (2005) gaben für Bilirubin einen Wert von unter 5,3 $\mu\text{mol/l}$, RADOSTITS *et al.* (2000) einen Wert von unter 8,55 $\mu\text{mol/l}$ an und in der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung der Ludwig-Maximilians-Universität München wird ein Referenzwert von unter 8,3 $\mu\text{mol/l}$ herangezogen. Die vorliegenden Ergebnisse lagen deutlich niedriger mit Werten bis 2,7 $\mu\text{mol/l}$. Während KRAFT und DÜRR (2005) einen Wert von unter 80 U/l für den Parameter AST angaben, lagen die vorliegenden Ergebnisse mit Werten bis 164,50 U/l deutlich höher. RADOSTITS *et al.* (2000) gaben einen Referenzbereich von 78 bis 132 U/l an.

BOUDA *et al.* (1980) nannten einen starken Anstieg der GGT nach erster Kolostrumaufnahme. Die Werte sinken zunächst wieder ab und steigen später erneut an, bis sie im Alter von drei Monaten mit denen der adulten Tiere übereinstimmen. Die ermittelten Werte der Kälber verglichen mit denjenigen der anderen Altersgruppen bestätigten diesen Verlauf, allerdings mit noch

geringgradig niedrigeren Werten bei den Kälbern im Alter von bis zu sechs Monaten. KNOWLES *et al.* (2000) zeigten einen ähnlichen Verlauf der Werte für GGT, allerdings werden die Werte adulter Tiere schon nach etwa 40 Tagen erreicht. Die beschriebenen Werte von KRAFT und DÜRR (2005) und FÜRL (2002) mit unter 50 U/l lagen deutlich höher als die vorliegenden Ergebnisse. Die Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung der Ludwig-Maximilians-Universität München gibt einen Referenzwert von unter 36 U/l an, was den vorliegenden Ergebnissen für die Kühe und Bullen entsprach. DIRKSEN *et al.* (2006) gaben einen Referenzbereich von unter 20 U/l, RADOSTITS *et al.* (2000) von 6,1-17,4 U/l und BLACKSHAW (1978) von 2-20 U/l für adulte Tiere an. Das entsprach in etwa den ermittelten Werten für die Gruppe der Kälber. Für die adulten Tiere wurden höhere Werte als von den Autoren angegeben ermittelt. Insgesamt wurden nur zwei Tiere der Gesamtstichprobe positiv auf *Fasciola hepatica* getestet. Beide Tiere zählten zur Gruppe der unauffälligen Kühe. Der ermittelte Wert für den Parameter GGT lag bei diesen Tieren bei 22,40 bzw. 22,70 U/l. Da diese Werte unterhalb des ermittelten Medians und Mittelwerts lagen und eben keine erhöhten GGT-Werte bei diesen Tieren festgestellt wurden, kann eine Beeinflussung des ermittelten Referenzbereichs durch die Miteinbeziehung der Werte der positiv getesteten Tiere ausgeschlossen werden.

Die ermittelten Werte für den Parameter GLDH in der Gruppe der Jungrinder stimmten in etwa mit KRAFT und DÜRR (2005) überein, die einen Wert von unter 40 U/l angaben. Die Bullen und unauffälligen Kühe lagen etwas über diesem Wert. Die Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung der Ludwig-Maximilians-Universität München zieht mit <16 U/l einen wesentlich niedrigeren Wert heran. Für den Parameter GLDH zeigte sich in der Gruppe der Kälber mit $\leq 212,19$ U/l ein sehr viel höherer oberer Grenzwert als in den anderen Gruppen. Als Grund kann die fehlende Normalverteilung angesehen werden, in deren Annahme einige vorangegangenen Studienergebnisse erstellt wurden. PÖHLER (2004) beschrieb für Kälber mit einem Alter von fünf bis vierzehn Tagen Werte von $\leq 117,05$ IU/l, ebenfalls unter der Annahme nicht normalverteilter Werte für diesen Parameter, wodurch die Tendenz für höhere GLDH-Werte bei Kälbern bestätigt wurde.

Für den Parameter CK erreichten die Kälber und Jungrinder vor allem für den oberen Grenzbereich deutlich höhere Maximalwerte als die Kühe und Bullen. Die

vorliegenden Werte der Kühe und Bullen stimmten mit dem in der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung der Ludwig-Maximilians-Universität München herangezogenen Wert und dem beschriebenen Wert von RADOSTITS *et al.* (2000) überein. KRAFT und DÜRR (2005) gaben einen um die Hälfte kleineren Maximalwert als in den vorliegenden Ergebnissen an. Die Werte der Jungtiere betrugen in den vorliegenden Ergebnissen z. T. das Doppelte der Werte der adulten Tiere. In den meisten Betrieben wurden Kälber und Jungrinder in Sammelboxen gehalten. Raufen und spielerisches Aufreiten war in diesen Gruppen sehr häufig zu beobachten, was des Öfteren zu Verletzungen führt und als Grund für die höheren Werte angesehen werden kann.

KRAFT und DÜRR (2005) gingen von einer Altersabhängigkeit für Phosphatwerte aus und gaben bei Kälbern in den ersten zwei bis 18 Monaten mit zunehmendem Alter sinkende Phosphatwerte an. Für das Alter von zwei bis sechs Monaten wurden Werte von 2,5-3,1 mg/dl genannt. Das entspricht 0,807-1,001 mmol/l und lag damit deutlich unter den vorliegenden Ergebnissen. KRAFT und DÜRR (2005) und RADOSTITS *et al.* (2000) gaben für das adulte Rind Werte an, die mit den vorliegenden Ergebnissen aller Gruppen übereinstimmten, wobei die Werte der Kälber und Jungrinder in den vorliegenden Ergebnissen geringgradig höher lagen. Im Vergleich der vorliegenden Ergebnisse für Kälber und Jungrinder konnte kein Absinken der Werte beobachtet werden. Außerdem konnte ein deutlicher Unterschied in den Werten von Kälbern und Jungrinder zu den Werten von adulten Rindern, wie von KRAFT und DÜRR (2005) beschrieben, in den eigenen Werten nicht festgestellt werden.

DIRKSEN *et al.* (2006), KRAFT und DÜRR (2005) und RADOSTITS *et al.* (2000) gaben für den Parameter Magnesium ähnliche Werte wie in der vorliegenden Studie an. Lediglich bei den Kälbern lagen die Werte für den oberen Grenzwert in den eigenen Untersuchungen etwas höher als bei DIRKSEN *et al.* (2006) und KRAFT und DÜRR (2005). Dies kann am ehesten dadurch erklärt werden, dass Magnesium vom Tier sowohl für die Milchproduktion genutzt wird, als auch in der Muskulatur benötigt wird. Durch fehlende Milchproduktion und geringere Muskelmasse ist der Magnesiumverbrauch bei Kälbern niedriger.

Für den Parameter Kalzium lag der obere Grenzwert der Jungrinder mit 6,61 mmol/l höher als in den anderen Gruppen. Ein Unterschied in den Werten für Kälber, Kühe und Bullen lag nicht vor. Das könnte fütterungsbedingte Ursachen

haben, da die Jungrinder anderes Futter als die Kälber bekommen, jedoch einen geringeren Kalziumbedarf haben, als die Kühe. Die Referenzbereiche für Kalzium bei KRAFT und DÜRR (2005) und RADOSTITS *et al.* (2000) entsprachen in etwa den vorliegenden Werten der Kälber, Kühe und Bullen.

DIRKSEN *et al.* (2006) und OETZEL (2004) gaben für den Parameter BHBA ähnliche Referenzwerte wie den in dieser Studie ermittelten Wert an. RADOSTITS *et al.* (2000) gaben einen um die Hälfte kleineren Maximalwert als in den vorliegenden Ergebnissen an.

Nach KNOWLES *et al.* (2000) erhält man bei Kälbern niedrigere Werte für Eisen als bei adulten Tieren. Das konnte durch die eigenen Untersuchungen bestätigt werden. Die Werte in der Gruppe der unauffälligen Kühe lagen insgesamt geringgradig höher als die der Kälber und Jungrinder. Für die Gruppe der Bullen wurden die höchsten Werte gemessen. DIRKSEN *et al.* (2006) nannten einen Referenzbereich von 13-44 $\mu\text{mol/l}$, was den eigenen Untersuchungen entspricht. Die Werte von KRAFT und DÜRR (2005) lagen mit 13-33 $\mu\text{mol/l}$ etwas niedriger als die vorliegenden Ergebnisse und die Werte von RADOSTITS *et al.* (2000) mit 10-29 $\mu\text{mol/l}$ am niedrigsten.

Für den Parameter Kupfer zeigten sich bei den eigenen Untersuchungen in den Gruppen der Kälber und Jungrinder die niedrigsten Werte mit nur geringem Abstand zu den Werten der Gruppe der unauffälligen Kühe. Bei den Bullen wurden für Kupfer in den eigenen Untersuchungen die höchsten Werte ermittelt, außerdem ergab sich eine wesentlich geringere Breite des Referenzbereichs. Ein Grund für die höheren Werte bei den Bullen könnten Unterschiede in den Fütterungsrationen sein, da die getesteten Bullen in den Besamungsstationen Grub in Poing und Neustadt a. d. Aisch gehalten wurden und nicht, wie die anderen getesteten Gruppen, in einem Milchviehbetrieb. PAVLATA *et al.* (2005) erhielten höhere Kupferwerte für Kühe mit statistisch signifikantem Unterschied zu den Werten von Kälbern, Jungrindern und Bullen. Sie stellten außerdem Kupfermangelsituationen in einigen Betrieben fest. Die Werte von KRAFT und DÜRR (2005) lagen für adulte Tiere deutlich höher als die vorliegenden Ergebnisse.

Für den Parameter Zink zeigte sich in der Gruppe der Bullen ein höherer Referenzbereich als in den Gruppen der Kälber, Jungrinder und Kühe. KRAFT

und DÜRR (2005) nannten einen Referenzbereich für adulte Tiere, der mit den Werten der Bullen in den eigenen Untersuchungen übereinstimmte. Die Werte für den Parameter Natrium ähnelten sich in allen Gruppen und stimmten mit den Angaben von DIRKSEN *et al.* (2006), KRAFT und DÜRR (2005) und RADOSTITS *et al.* (2000) überein. Allerdings gaben DIRKSEN *et al.* (2006) für das Kalb niedrigere Werte an, was in den eigenen Untersuchungen nicht bestätigt werden konnte. Bei den Parametern Kalium und Chlorid unterschieden sich die Werte der Gruppen untereinander und die Werte der anderen Autoren verglichen mit den vorliegenden Werten ebenfalls nicht.

Für einige Parameter überschritten die unteren und/ oder oberen ermittelten Grenzwerte den geringsten und/ oder größten Wert der Probenreihen eines Parameters in einer Altersgruppe. Bei sehr großen Schwankungen in einer Probenreihe ergibt sich eine große Standardabweichung, die zu einer über den Minimal- und Maximalwert hinausreichende Breite des Referenzbereichs führen kann. Die Parameter, auf die das zutrifft, sind in Tabelle 14 im Anhang aufgeführt.

Da viele äußere und innere Umstände das Blutbild eines Tieres beeinflussen können, ist auch der Vergleich der Werte zwischen klinisch unauffälligen und klinisch auffälligen Rindern von Interesse. Zu diesem Zweck wurden die Referenzwerte der beiden Kuhgruppen mit einander verglichen. Für das Gesamteiweiß ergab sich ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Verglichen mit der Gruppe der unauffälligen Kühe zeigte sich in der Gruppe der auffälligen Kühe ein um circa 5 g/l gesteigerter Wert für diesen Parameter. DIRKSEN *et al.* (2006) nannten als mögliche Ursachen für einen gesteigerten Proteinwert chronisch-eitrige Prozesse. Aus der auffälligen Kuhgruppe wiesen 26 Tiere mitunter langwierige Gelenks- und Klauenerkrankungen auf und weitere unbekannte chronische Erkrankungen konnten nicht ausgeschlossen werden. Der errechnete Unterschied der beiden Gruppen lässt somit eine gewisse klinische Relevanz erkennen. Für die beiden Parameter Albumin und Globulin wurde ebenfalls ein statistisch signifikanter Unterschied errechnet. Im Vergleich lagen der arithmetische Mittelwert und der Median der auffälligen Kuhgruppe beim Albumin etwas niedriger und beim Globulin höher als in der unauffälligen Gruppe. Dysproteinämie kann sich unter anderem in Hypalbuminämie und Hyperglobulinämie äußern. Beim Rind kann anhand vom Ausmaß der veränderten Serumeiweißkonstellationen nicht mit

Sicherheit auf die Erkrankung geschlossen werden. Tendenzen sind jedoch erkennbar, die sich in den vorliegenden Werten möglicherweise erkennen lassen. Leicht erniedrigte Albuminwerte bei leicht erhöhten alpha- und gamma-Globulinwerten können auf einige Mastitisformen hinweisen. Ausgeprägter ist dieses Verhältnis unter anderem bei Reticuloperitonitis traumatica, Fasciolose, Paratuberkulose und eitrigen Klauen- und Gliedmaßenkrankung. Die klinisch auffälligen Kühe wiesen nach Aussagen der Landwirte mindestens eine dieser Erkrankungen, die zu leichten oder ausgeprägteren Dysproteinämien führen können, auf. Das Ergebnis für die Parameter Albumin und Globulin steht mit großer Wahrscheinlichkeit in Zusammenhang mit dem Ergebnis des Gesamteiweißes und lässt auch hier eine gewisse klinische Relevanz erkennen. An dieser Stelle kann noch erwähnt werden, dass eben auch wegen der möglichen Beteiligung einer Paratuberkuloseinfektion an einem Krankheitsgeschehen, die Paratuberkulosedagnostik anonym durchgeführt wurde. Es gab keine ausreichende Bereitschaft der Landwirte zu einer nicht anonymisierten Durchführung, da die Bedenken vor Stigmatisierung bei Bekanntwerden des Ergebnisses zu groß waren. Klinische Auffälligkeiten der Herde aufgrund von „durchschnittlichen“ bzw. in den meisten Betrieben „üblichen“ Erkrankungen, wie Mastitiden oder Klauen- und Gliedmaßenkrankungen, werden wohl eher in der Nutztierhaltung toleriert, als „offensichtlich ansteckende“ Infektionen. Der Parameter Kupfer wies ebenfalls einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen auf. Abgesehen von einer Kupfervergiftung erfolgen kupferbedingte Erkrankungen in fast allen Fällen durch einen Mangel. Die ermittelten Werte für den arithmetischen Mittelwert und den Median der auffälligen Kuhgruppe lagen höher als die der unauffälligen Kuhgruppe. Dieses Verhältnis lässt keinen erklärbaren Grund erkennen, zumal die Differenz von circa 4,5 µmol/l gering ist. Es kann nicht von einer klinischen Relevanz des Ergebnisses ausgegangen werden. Ergänzend zu den gezogenen Vergleichen zwischen den beiden Kuhgruppen kann darauf hingewiesen werden, dass in beiden Gruppen die meisten Tiere mit ihrem BCS im Optimalbereich für die mittlere Laktation lagen, allerdings machen die unterschiedlichen Verteilungsmuster der beiden Kuhgruppen das unterschiedliche Gesundheitsniveau deutlich. Im Gegensatz zur Gruppe der unauffälligen Kühe, deren Ergebnisse in der Körperkonditionsbeurteilung eine Verteilung mit Rechtsschiefheit aufwiesen, besteht für die Verteilungen der Werte in der Gruppe der auffälligen Kühe und für

die Gesamtgruppe der Kühe eine Linksschiefheit. Das Verteilungsmuster in der Gesamtpopulation wich von der Rechtsschiefheit in der Gruppe der unauffälligen Kühe durch die Miteinbeziehung der Werte der auffälligen Kühe ab. In die Gruppe der auffälligen Kühe wurden einige Tiere vor allem wegen ihrer abnehmenden Körperkondition, aufgrund unterschiedlicher Krankheitszustände, aufgenommen, was als Ursache für die Abweichung des Verteilungsmusters angesehen werden kann.

Um den Einfluss von bestehenden Parasitosen auf die vorliegenden Ergebnisse einschätzen zu können und um einen Parasitenstatus für die beprobte Region zu geben, wurden Kotproben der Probanden genommen und untersucht. Die Tiere in beiden Praxisgebieten wurden kaum ausgetrieben, was eine Infektion mit u. a. *Fasciola hepatica* begünstigen würde. Allerdings kann das Ergebnis nicht für die gesamte bayerische Region stehen, da sich zum Beispiel in direkter Alpennähe andere äußere Einflüsse ergeben und die Tiere dort wesentlich häufiger auf Weiden gehalten werden. Es wurden nur bei einem Betrieb *Fasciola hepatica*-Eier festgestellt. Das entspricht einer Prävalenz von 0,009 (0,9 %) in der Gruppe der Kühe und von 0,006 (0,6 %) für die Gesamtpopulation der beprobten Tiere. KÜRPICK (2013) nannte eine Prävalenz von 17,7 % für Bayern. KOCH (2005) nannte eine durchschnittliche Herdenprävalenz von 32,20 % für Gesamtbayern. Für das Voralpenland wurden Werte von 64,48 % bzw. in bestimmten Landkreisen sogar 85-97,50 % genannt. Diese hohen Werte kamen wohl aufgrund der traditionellen Weidehaltung zustande. Nur acht von 25 Betrieben fütterten frisches Gras zu und in nur zwei Betrieben wurde ein Teil der Tiere zeitweise auf Weiden gehalten. Der Betrieb mit dem positiven *Fasciola hepatica*-Ergebnis gewann sein Gras für die Tiere von Grünflächen, die regelmäßig durch den angrenzenden Bachlauf überflutet wurden. Die Jungtiere in diesem Betrieb wurden außerdem regelmäßig auf diese Grünflächen ausgetrieben. Obwohl nur wenige Betriebe ihre Tiere regelmäßig entwurmten, kam es durch den seltenen Zugang zu frischem Gras oder zu feuchtem Weidegrund zu dem niedrigen Ergebnis der vorliegenden Studie. Des Weiteren wurde der Nachweis von *Fasciola hepatica* mittels Sedimentationsverfahren durchgeführt. Durch intermittierende Ausscheidung ist hier mit einer geringeren Sensitivität zu rechnen als beim Nachweisverfahren mittels ELISA aus der Tankmilch oder dem Blut (MATT *et al.*, 2007). RAPSCH *et al.* (2006) erhielten in ihrer Studie für die

koprologische Untersuchungsmethode eine Sensitivität von 69,0 % und für die Untersuchung mittels ELISA aus Serumproben 91,7 %, wiesen allerdings daraufhin, dass sich bei wiederholten Untersuchungen der Probe die Sensitivität der koprologischen Untersuchungsmethode auf 92,0 % erhöht und diese traditionelle Untersuchungsmethode somit ein sehr effizientes Verfahren darstellt. Zumal die Koprologie höhere Werte in der Spezifität aufweist als bei einer Untersuchung mittels ELISA (CHARLIER *et al.*, 2008).

Wie ROMMEL *et al.* (2000) beschrieben, ist die Dictyocaulose des Rindes eine typische Weideinfektion. Nur zwei der beprobten Betriebe trieben ihre Tiere auf die Weide. Nur in acht Betrieben wurde frisches Gras verfüttert und dann auch nur von nichtbelegten Grünflächen. In der Gülle sind die ausgeschiedenen Larven für maximal vier Wochen infektiös. Deshalb kann das Fehlen einer Lungenwurminfektion in den vorliegenden Kotprobenuntersuchungen somit erklärt werden.

Im Gegensatz zu Leberegel-, Lungenwurm- und Magen-Darm-Wurminfektionen wurden Infektionen mit *Eimeria* in der vorliegenden Studie relativ häufig nachgewiesen. Die meisten Rinder sind mit *Eimeria* befallen, es zeigen sich allerdings meist nur sehr wenige deutliche Erkrankungserscheinungen (ROMMEL *et al.*, 2000). Weiter beschrieben die Autoren eine häufig vorkommende enzootische Stabilität in den Rinderherden, die eine aktive Immunität gegen die Erreger aufrechterhält. Somit kommt es trotz hohem Ansteckungsrisiko durch kotverschmutztes Futter, Wasser, Einstreu und Wände etc., nur selten zu schweren Erkrankungen. Das zeigte sich auch in den vorliegenden Ergebnissen. Obwohl 17,4 % der beprobten Tiere und sogar 33,0 % der beprobten Kälber in den Kotprobenuntersuchungen positiv auf Eimeriose getestet wurden, zeigte sich nur bei 2,5 % bzw. bei 5,4 % (Kälber) das Symptom Diarrhoe. ROMMEL *et al.* (2000) nannten den Nachweis von Oozysten vor allem bei Kälbern, gelegentlich noch bei älteren Tieren. Die höchsten Werte wurden bei den Gruppen der Kälber und Jungrinder nachgewiesen.

Der geringe Befall mit Endoparasiten in den beprobten Herden steht für einen guten Herdengesundheitsstatus, was bei der Erstellung von Referenzwerten bedeutsam ist. Zur Abschätzung der Herdengesundheit und um einen Überblick über aktuelle Paratuberkuloseinfektionsraten zu geben, wurden die Kühe der vorliegenden Studie auf Paratuberkulose untersucht. Die verwendeten Testsets zur

Untersuchung auf Paratuberkulose haben laut Hersteller eine Sensitivität von 90,2% und eine Spezifität von 99,3% für Serumproben. WHITLOCK *et al.* (2000) nannten eine Ungenauigkeit in der Untersuchung mit ELISA aufgrund der späten Antikörperbildung bei Paratuberkulose. Somit ist eine Herdenbeurteilung nur bei wiederholten Tests und unter Miteinbeziehung der Jungtiere sinnvoll. Da für die vorliegende Studie nur ein Testdurchlauf auf Paratuberkulose stattfand und die Jungtiere nicht mit einbezogen wurden, können die vorliegenden Ergebnisse nicht als abschließender Status der Paratuberkulose in den beprobten Gebieten dienen, geben aber einen groben Überblick über den momentanen Infektionsstatus. Unter den getesteten Kühen zeigte kein Tier klinisch sichtbare Folgen wie Diarrhoe oder Ödeme. In der Gruppe der auffälligen Kühe wiesen 15 Tiere einen verminderten BCS auf, allerdings fehlten sonstige klinische Anzeichen, die auf eine Paratuberkuloseinfektion hingewiesen hätten. In der Gruppe der auffälligen Kühe wurden 8,3 % der Tiere positiv getestet (zehn von 120). Unter den unauffälligen Kühen gab es kein Tier mit Symptomen einer Paratuberkulose, obwohl 5,0 % der Tiere dieser Gruppe positiv getestet wurden (sechs von 120). Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Ergebnissen der beiden Kuhgruppen festgestellt werden. DIRKSEN *et al.* (2006) nannten eine Inkubationszeit von bis zu 10 Jahren, bevor sich die Infektion klinisch äußert. Die meisten Kühe werden vorher geschlachtet. Es ist anzunehmen, dass es deshalb nur selten zu klinischen Symptomen kommt und infizierte Tiere oft unentdeckt bleiben.

Durch die vorliegenden Ergebnisse dieser Studie können klinische Untersuchungen an erkrankten Rindern zukünftig noch spezifischer nach Rasse und Alter beurteilt werden. Außerdem liefern die gewonnenen Daten über Parasiten- und Paratuberkulosestatus in oberbayerischen Fleckviehherden gutes Hintergrundwissen bei der Beurteilung von Krankheitszuständen bei Rindern.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

Überwachung der Herdengesundheit bei oberbayerischen Fleckviehrindern unterschiedlicher Altersgruppen mithilfe von Blutuntersuchungen

Inhalt dieser Dissertation ist die Überwachung des Gesundheitsstatus oberbayerischer Fleckviehbetriebe. In 25 landwirtschaftlichen Betrieben und zwei Besamungsstationen in Oberbayern wurden Blut- und Kotproben von den Tieren genommen, Referenzbereiche für das Blutbild von Fleckviehrindern unterschiedlicher Altersgruppen, sowie der Parasitenstatus erstellt, die Kühe auf Paratuberkulose untersucht und ihre Körperkondition beurteilt. Das Blutbild umfasst die Parameter WBC, Erythrozyten, Hämoglobin, Hämatokrit, MCV, MCH, MCHC, PLT, GSH-Px, Glukose, L-Laktat, D-Laktat, Harnstoff, Kreatinin, Gesamteiweiß, Albumin, Globulin, Bilirubin, AST, GGT, GLDH, CK, CK/AST, Phosphat, Magnesium, Kalzium, B-HBA, Eisen, Kupfer, Zink, Natrium, Kalium und Chlorid.

Beprobt wurden 120 Kälber, 120 Jungrinder, 240 Kühe (unterteilt in unauffällige und auffällige Tiere) und 63 Bullen. Die Blutproben wurden maschinell untersucht, die Kotproben wurden mittels gängiger Untersuchungsmethoden ausgewertet. Die Ergebnisse der Blutproben wurden anschließend statistisch ausgewertet und Referenzbereiche wurden erstellt. Um peripartale Erkrankungen und häufige Stoffwechselstörungen auszuschließen, befanden sich die beprobten Kühe alle im mittleren Drittel der Laktation. Die ermittelten Referenzbereiche der Gruppen wurden miteinander verglichen und auf statistisch signifikante Unterschiede zwischen den beiden Kuhgruppen untersucht.

Für die meisten Parameter wurden altersabhängige Unterschiede in den Referenzbereichen festgestellt. Ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Kuhgruppen konnte beim Gesamteiweiß, Albumin, Globulin und Kupfer nachgewiesen werden. Die Kotprobenergebnisse wiesen auf eine erhöhte Kokzidienbelastung der Kälber und Jungrinder hin. Der Befall mit *Fasciola hepatica* und *Dictyocaulus viviparus* ist mit Prävalenzen von 0,006 (0,6 %) und 0,000 (0 %) sehr gering. Bei der Körperkonditionsbeurteilung der Kühe lag ein Großteil der Tiere im Optimalbereich. Die Werte der unauffälligen Kühe zeigten

eine leicht rechtsschiefe Verteilung, da einige Tiere geringgradig überkonditioniert waren.

Die Unterschiede in den Werten der verschiedenen Altersgruppen zeigen die praktische Bedeutung der ermittelten Referenzbereiche.

VII. SUMMARY

Herd health monitoring of Simmental cattle of different age groups in Upper Bavaria by use of blood analysis

The topic of this dissertation is the herd health monitoring in agricultural holdings with Simmental cattle. In 25 agricultural holdings and two bull stations in Upper Bavaria blood and fecal samples were taken, reference values for different blood and serum parameters of Simmental cattle of different age groups, as well as the parasite status were established. Furthermore, a status of infections with paratuberculosis of the adult cows is given as well as their body condition scores. The hemogram contains the parameters WBC, erythrocytes, hemoglobin, hematocrit, MCV, MCH, MCHC, PLT, GSH-Px, glucose, L-lactate, D-lactate, urea, creatinine, total protein, albumin, globulin, bilirubin, AST, GGT, GLDH, CK, CK/AST, phosphate, magnesium, calcium, B-HBA, iron, copper, zinc, sodium, potassium and chloride.

Blood was taken from 120 calves, 120 heifers, 240 cows (divided into groups with and without clinical signs of illness) and 63 bulls. The blood samples were automatically analyzed and the fecal samples were examined with regular research methods. The blood results were then statistically evaluated and reference intervals were established. To eliminate diseases around birth and common metabolic disorders, all tested cows were in the middle third of lactation. The established reference values of the different groups were compared with each other and the values of both cow groups were analyzed for statistically significant differences.

For most of the parameters age-dependent differences of the reference values were found. A statistically significant difference between the values of both cow groups could be found for the parameter total protein, albumin, globulin and copper. The fecal samples showed an increased burden of coccidia in calves and heifers. Only very small infections of *Fasciola hepatica* and *Dictyocaulus viviparus* were found with prevalences of 0,006 (0,6 %) and 0,000 (0 %). The body condition score of the cows revealed that the majority lies within the optimal range. The score of the cows without clinical signs showed a slight right-skewness, as some

of the cows were slightly overconditioned.

The differences in age groups show the practical value of the established reference values.

VIII. LITERATURVERZEICHNIS

- Bauer C. 1990. Praktikum der veterinärmedizinischen Parasitologie. Giessen: Ferber.
- Bauerfeld J. 2003. Untersuchungen zur Prophylaxe der Gebärfähigkeit bei Kühen durch Verfütterung anionenangereicherter Rationen in der Trockenstehperiode [Dissertation]. Leipzig: Universität Leipzig.
- Berg J M, Tymoczko J L, Stryer L. 2003. Biochemie. fünfte Aufl. Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.
- Blanchard P C, Ridpath J F, Walker J B, Hietala S K. 2010. An outbreak of late-term abortions associated with a bovine viral diarrhea virus 1 subtype 1b that induces thrombocytopenia. J Vet Diagn Invest, 22: 128-3.
- Blackshaw C. 1978. Serum gamma-glutamyltransferase in the diagnosis of liver disease in cattle. N Z Vet J, Jan-Feb, 26(1-2): 16, 25-6.
- Bostedt H. 1983. Vergleichende Untersuchung über die Entwicklung des Enzymprofils im Blut von Kälbern und Lämmern in der neonatalen Adaptationsperiode. Berl Münch Tierärztl Wschr.
- Bouda J., Dvorak V, Minksova E, Dvorak R. 1980. The activities of GOT, gamma-GT, alkaline phosphatase in blood plasma of cows and their calves fed from buckets. Acta Vet Brno, 49(3): 193-8.
- Breves G, Leonhard-Marek S. 2000. Verdauungsvorgänge in den Vormägen. In: Von Engelhardt W, Breves G, Hrsg. Physiologie der Haustiere. Zweite Aufl. Stuttgart: Enke Verl, 345-54.
- Brun-Hansen H C, Kampen A H, Lund A. 2006. Hematologic values in calves during the first 6 months of life. Vet Clin Pathol, 35(2): 182-7.
- Charlier J, De Meulemeester L, Claerebout E, Williams D, Vercruysse J. 2008. Qualitative and quantitative evaluation of coprological and serological techniques for the diagnosis of fasciolosis in cattle. Veterinary parasitology, 153(1): 44-51.
- Charlier J, Höglund J, von Samson-Himmelstjerna G, Dorny P, Vercruysse J.

2009. Gastrointestinal nematode infections in adult dairy cattle: impact on production, diagnosis and control. *Veterinary parasitology*, 164(1): 70-9.
- Civelek T, Sevinc M, Boydak M, Basoglu A. 2006. Serum apolipoprotein B100 concentrations in dairy cows with left sided displaced abomasum. *Revue de médecine vétérinaire*, 157(7): 361.
- Clark R G, Henderson H V, Hoggard G K, Ellison R S, Young B J. 1987. The ability of biochemical and haematological tests to predict recovery in periparturient recumbent cows. *N Z Vet J*, 35(8): 126-33.
- Collins M T, Eggleston V, Manning E J B. 2010. Successful control of Johne's disease in nine dairy herds: results of a six-year field trial. *Journal of dairy science*, 93(4): 1638-43.
- Dargatz D A, Garry F B, Clark G B, Ross P F. 1999. Serum copper concentrations in beef cows and heifers. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 215(12): 1828-32.
- Demigne C, Remesy C. 1979. Evolution of the postnatal metabolism in the healthy or diarrhoeic calf. *Ann Rech Vet*, 10(1): 23-31.
- Deplazes P, Eckert J, von Samson-Himmelstjerna G, Zahner H. 2012. *Lehrbuch der Parasitologie für die Tiermedizin*. Dritte Aufl. Georg Thieme Verlag.
- Dirksen G, Gründer H, Stöber M, Hrsg. 2006. *Innere Medizin und Chirurgie des Rindes*. Fünfte Aufl. Georg Thieme Verlag.
- Doornenbal H. 1977. Physiological and endocrine parameters in beef cattle: breed, sex and year differences. *Can J Comp Med*, Jan, 41(1): 13-8.
- Doornenbal H, Tong A K, Murray N L. 1988. Reference values of blood parameters in beef cattle of different ages and stages of lactation. *Can J of Vet Res*, Jan, 52(1): 99-105.
- Duscher R, Duscher G, Hofer J, Tichy A, Prosl H, Joachim A. 2011. *Fasciola hepatica*—Monitoring the milky way? The use of tank milk for liver fluke monitoring in dairy herds as base for treatment strategies. *Veterinary parasitology*, 178(3): 273-8.
- Edmonson A J, Lean I J, Weaver L D, Farver T, Webster G. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J Dairy Sci*, 72(1): 68-78.

- Enemark J M D. 2008. The monitoring, prevention and treatment of sub-acute ruminal acidosis (SARA): A review. *T Vet J*, 176(1): 32-43.
- Enjalbert F, Lebreton P, Salat O. 2006. Effects of copper, zinc and selenium status on performance and health in commercial dairy and beef herds: retrospective study. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 90(11-12): 459-66.
- Friedrich A, Assad A, Carlin A, Sauter-Louis C, Rademacher G, Klee W. 2009. Disorders of differential diagnostic interest. Pages 20 in *Satellite Symposium. Haemorrhagic Diathesis in Calves*. Marseille.
- Fürll M. 2002. Grundlagen der Stoffwechseldiagnostik und -überwachung. In: Fürll M, Hrsg. *Stoffwechselstörungen bei Wiederkäuern: Erkennen–Behandeln–Vorbeugen*. Leipzig: Medizinische Tierklinik, Universität Leipzig: 28-44.
- Gassmann M, Lutz T A. 2004. Funktionen des Blutes, Flüssige Bestandteile des Blutes, Zelluläre Bestandteile. In: Von Engelhardt W, Breves G, Hrsg. *Physiologie der Haustiere*. Zweite Aufl. Stuttgart: Enke Verl, 193-206.
- Gelfert C, Staufenbiel G. 2008. The role of dietary calcium concentration in the use of anionic salts to prevent parturient paresis in dairy cows. Die Rolle des Kalziumgehalts im Futter beim Einsatz saurer Salze zur Prophylaxe der Gebärparese bei Milchkühen. *Berl Münch Tierärztl Wschr*, 7(7-8): 256-62.
- Goff J P. 2008. The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. *Vet J*, Apr, 176(1): 50-7.
- Grubbs F E. 1969. Procedures for detecting outlying observations in samples. *Technometrics*, 11(1): 1-21.
- Grünberg W. 2008. Phosphorus homeostasis in dairy cattle: some answers, more questions. *Proceedings of the 17th Annual Tri-state Dairy Nutrition Conference*. 29-35.
- Grünberg W. 2014. Treatment of phosphorus balance disorders. *Veterinary clinics of North America: Food animal practice*, 30(2): 383-408.
- Guyota H, Saegerman C, Lebreton P, Sandersen C, Rollin F. 2009. Epidemiology

of trace elements deficiencies in Belgian beef and dairy cattle herds. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 23(2): 116-23.

Hagmüller W. 2002. Untersuchungen an Braunviehrindern im oberösterreichischen Innviertel-Stoffwechselprofile der ersten 100 Laktationstage [Dissertation]. Wien: TiHO Hannover, Veterinärmedizinische Universität Wien.

Heindl F C. 2012. Referenzwerte für das rote Blutbild und das Differentialblutbild neugeborener Kälber [Dissertation]. München: Ludwig-Maximilians-Universität.

Holsteg M. 2002. Softwareadaptation und begleitende Evaluation des Hämatologiesystems ADVIA 120 für die Tierart Rind: Erstellung von hämatologischen Referenzbereichen für die Rinderrassen schwarzbunte Holstein und deutsches Fleckvieh [Dissertation]. Giessen: Justus-Liebig-Universität.

Jain N C. 1986. *Schalm's veterinary haematology*. 4th Ed. Philadelphia, USA: Lea and Febiger.

Jilg T, Weinberg L. 1998. Konditionsbewertung: Jetzt auch beim Fleckvieh. *Top Agrar*, 6(98): 12-5.

Jurgovsky E. 2011. Diagnostische Bedeutung des Quotienten aus CK-und AST-Aktivität im Serum von Rindern. München: Ludwig-Maximilians-Universität.

Karlsson P, Doenecke D, Koolmann J. 1994. *Kurzes Lehrbuch der Biochemie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Klee W. 1985. Untersuchungen über die Nierenfunktion bei gesunden und bei an akutem Durchfall erkrankten Kälbern [Habilitation]. München: Ludwig-Maximilians-Universität.

Kloene P A. 1974. Untersuchungen über die Aktivität der Glutamat-Dehydrogenase im Serum gesunder und kranker Rinder [Dissertation]. Hannover: TiHo.

Knowles T G, Edwards J E, Bazeley K J, Brown S W, Butterworth A, Warriss P V. 2000. Changes in the blood biochemical and haematological profile of

- neonatal calves with age. Vet Rec, Nov, 147(21): 593-8.
- Koch S. 2005. Untersuchungen zur Verbreitung von *Fasciola hepatica* im bayerischen Milchviehbestand [Dissertation]. München: Ludwig-Maximilians-Universität.
- Kraft W, Dürr U M, Füll M, Bostedt H, Heinritzi K. 1999. Harnapparat. In: Kraft W, Dürr U M, Hrsg. Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin. Fünfte Aufl. Stuttgart: Schattauer Verlag, 169-200.
- Kraft W, Dürr U M. 2005. Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin. Sechste Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer Verlag, 145-69.
- Kraft W, Dürr U M. 2014. Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin. Siebte Aufl. Stuttgart, New York: Schattauer Verlag.
- Kraft W, Hoffmann W. 1967. Hypophosphorämie bei festliegenden Rindern. Dtsch Tierärztl Wschr, 24: 638-41.
- Kunz N A. 2004. Referenzwerte für 20 klinisch-chemische Parameter im Mischblut von geschlachteten Mastbullen der Rasse Deutsches Fleckvieh [Dissertation]. München: Ludwig-Maximilians-Universität.
- Kürpick B V. 2013. Seroepidemiologische Studie zur Verbreitung von *Fasciola hepatica* in Deutschland und Evaluierung eines rekombinanten Cathepsin L-ELISAs [Dissertation]. Hannover: Gottfried Wilhelm Leibniz Universität.
- Larsen T, Moller G, Bellio R. 2001. Evaluation of clinical and clinical chemical parameters in periparturient cows. J Dairy Sci, Jul, 84(7): 1749-58.
- LeBlanc S, Lissemore K D, Kelton D F, Duffield T F, Leslie K E. 2006. Major advances in disease prevention in dairy cattle. Journal of dairy science, 89(4): 1267-79.
- LeBlanc S. 2010. Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. Journal of reproduction and development, 56: 29-35.
- Lorenz I. 2004a. Influence of d-lactate on Metabolic Acidosis and on Prognosis in Neonatal Calves with Diarrhoea. J Vet Med A, Dec, 51(9-10): 425-8.
- Lorenz I. 2004b. Investigations on the influence of serum D-lactate levels on

- clinical signs in calves with metabolic acidosis. Vet J, Nov, 168(3): 323-7.
- Lotfollahzadeh S, Mohri M, Bahadori S R, Dezfouly M R M, Tajik P. 2008. The relationship between normocytic, hypochromic anaemia and iron concentration together with hepatic enzyme activities in cattle infected with *Fasciola hepatica*. Journal of helminthology, 82(01): 85-8.
- Lotthammer K H. 1981. Gesundheits-und Fruchtbarkeitsstörungen beim Milchrind. Klinisch-chemische Untersuchungen als Hilfsmittel zur Herdendiagnostik (Klärung der Ursachen). Tierärztliche Praxis.
- Lüchtenborg L. 2014. Klinische Untersuchung und Thrombozytenfunktionsdiagnostik mittels Multiplate® bei Rindern mit Blutungsneigung der Rasse Deutsches Fleckvieh mit Verdacht auf eine erblich bedingte Gerinnungsstörung und Ermittlung von Referenzwerten in der Multiplate®-Impedanzaggregometrie für Bullen, Kühe und Jungrinder der Rasse Deutsches Fleckvieh [Dissertation]. München: Ludwig-Maximilians-Universität.
- Lumsden J H, Mullen K. 1978. On establishing reference values. Can J Comp Med, Jul, 42(3): 293-301.
- Mansfeld R, Heuwieser W, Metzner M, Schäfers M. 2000. Die fortlaufende Konditionsbeurteilung. Milchpraxis, 38(4): 180-5.
- Matt M, Schöpf K, Mader C. 2007. Leberegelmonitoring: flächendeckende serologische Untersuchungen zum *Fasciola hepatica*-Befall in Tirol. Tierärztl Mschr, 94: 210-13.
- Metzner M, Heuwieser W, Klee W. 1993. Die Beurteilung der Körperkondition (body condition scoring) im Herdenmanagement. Der praktische Tierarzt. 991-8.
- Mohri M, Sharifi K, Eidi S. 2007. Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves: age related changes and comparison with blood composition in adults. Res Vet Sci, Aug, 83(1): 30-9.
- Mulligana F J, O'Grady L, Rice D A, Doherty M L. 2006. A herd health approach to dairy cow nutrition and production diseases of the transition cow. Animal Reproduction Science, 96(3): 331-53.

- Nieder M, Silaghi C, Hamel D, Pfister K, Schmäschke R, Pfeffer M. 2012. Tick-borne fever caused by *Anaplasma phagocytophilum* in Germany. *Tierärztliche Praxis Großtiere*, 40(2): 101-6.
- Oetzel G R. 2000. Management of dry cows for the prevention of milk fever and other mineral disorders. *Veterinary clinics of North America: Food animal practice*, 16(2): 369-86.
- Oetzel G R. 2004. Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. *Veterinary clinics of North America: Food animal practice*, 20(3): 651-74.
- Oetzel G R. 2013. Oral calcium supplementation in peripartum dairy cows. *Veterinary clinics of North America: Food animal practice*, 29(2): 447-55.
- Omole O O, Nappert G, Naylor J M, Zello G A. 2001. Both L-and D-lactate contribute to metabolic acidosis in diarrheic calves. *J Nutr*, Aug, 131(8): 2128-31.
- Pavlatá L, Podhorský A, Pechová A, Chomat P. 2005. Differences in the occurrence of selenium, copper and zinc deficiencies in dairy cows, calves, heifers and bulls. *Vet Med Czech*, 50(9): 390-400.
- Piccard V, Cutullic E, Meier S, Schori F, Kunz P L, Roche J R, Thomet P. 2013. Production and reproduction of Fleckvieh, Brown Swiss, and 2 strains of Holstein-Friesian cows in a pasture-based, seasonal-calving dairy system. *Journal of dairy science*, 96(8): 5352-63.
- Pöhler N. 2004. Referenzbereiche der klinischen Chemie und des Enzyms Transketolase bei fünf bis vierzehn Tage alten Fleckviehkälbern [Dissertation]. München: Ludwig-Maximilians-Universität.
- Quigley J, Mills D V. 2005. Managing variation in calf and heifer programs. *Proc Southwest Nutrition Conference*, 11-22.
- Radostits O M, Gay C C, Blood D C, Hinchcliff K W. 2000. *Veterinary Medicine*. 9th edn. Saunders London. 1819–22.
- Rapsch C, Schweizer G, Grimm F, Kohler L, Bauer C, Deplazes P, Braun U, Torgerson P R. 2006. Estimating the true prevalence of *Fasciola hepatica* in cattle slaughtered in Switzerland in the absence of an absolute diagnostic test. *International journal for parasitology*, 36(10): 1153-8.

- Reed A H, Henry R J, Mason W B. 1971. Influence of statistical method used on the resulting estimate of normal range. *Clin Chem*, Apr; 17(4): 275-84.
- Rommel M, Kutzer E, Körting W, Schneider T. 2000. *Veterinärmedizinische Parasitologie*. Fünfte Aufl. Berlin: Parey-Verlag.
- Rossow N, Horvath J. 1988. *Innere Krankheiten der Haustiere*. Bd 2: Funktionelle Störungen. Jena: Fischer Verlag.
- Sallmann H P, Fuhrmann H. 2000. Physiologische Aspekte der Leberfunktion. In: Von Engelhardt W, Breves G, Hrsg. *Physiologie der Haustiere*, 1: 422-33.
- Schäfers M. 2000. Untersuchungen zur Körperkonditionsbeurteilung bei Milchkühen der Rasse „Fleckvieh“ unter den Haltungsbedingungen des nördlichen Oberbayerns [Dissertation]. München: Ludwig-Maximilians-Universität.
- Shaw D J, Vercruysse J, Claerebout E, Agneessens J, Dorny P. 1997. Gastrointestinal nematode infections of first-season grazing calves in Belgium: general patterns and the effect of chemoprophylaxis. *Veterinary parasitology*, 69(1): 103-16.
- Shaw D J, Vercruysse J, Claerebout E, Dorny P. 1998. Gastrointestinal nematode infections of first-grazing season calves in Western Europe: associations between parasitological, physiological and physical factors. *Veterinary parasitology*, 75(2): 133-51.
- Sheldon I M, Wathes D C, Dobson H. 2006. The management of bovine reproduction in elite herds. *T Vet J*, 171(1): 70-8.
- Spasić Z, Milošević B, Ilić Z, Anđušić L, Ćirić S, Lalić N. 2011. The influence of genetic provenience on metabolic blood profile of dairy cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27(3): 1025-31.
- Stämpfli G, Ittig H P. 1982. Effect of breed on hematological and clinicochemical parameters. *Schweiz Arch Tierheilkd*, Jul, 124(7): 323-47.
- Staufenbiel R, Dallmeyer M, Horner S. 2002. Hinweise zur Therapie des atypischen Festliegens [Kongressband]. Zweiter Leipziger Tierärztekongress. Leipzig: Leipziger Universitätsverlag, 288-91.
- Stöber M, Gründer H D. 1990. *Die klinische Untersuchung des Rindes*. Dritte

Aufl. Berlin, Hamburg: Parey Verlag.

Thrall M A, Weiser G, Allison R, Campbell T W. 2012. Veterinary hematology and clinical chemistry. John Wiley and Sons.

Tiwari A, VanLeeuwen J A, McKenna S L B, Keefe G P, Barkema H W. 2006. Johne's disease in Canada Part 1: Clinical symptoms, pathophysiology, diagnosis, and prevalence in dairy herds. Can Vet J, 47(9): 874.

Trefz, F, Lorch A, Feist M, Sauter-Louis C, Lorenz I. 2013. The prevalence and clinical relevance of hyperkalaemia in calves with neonatal diarrhoea. The Vet J, 195(3): 350-6.

Vercruysse J, Claerebout E. 2001. Treatment vs non-treatment of helminth infections in cattle: defining the threshold. Veterinary parasitology, 98(1): 195-214.

Weber A, Schäfer-Schmidt R, Fuchs D, Weigl U. 2000. Occurrence of Mycobacterium paratuberculosis in faecal samples of cattle in Bavaria. Tierärztliche Umschau, 55(2): 97-9.

Wehrend A. 2003. Differentialdiagnosen zur Gebärparese. ATF-Fortbildung Reproduktionsmedizin Rind. Modul 3: 12-6.

Weissberg A, Beatty G H. 1960. Tables of tolerance-limit factors for normal distributions. Technometrics, 2(4): 483-500.

Whitlock R H, Wells S J, Sweeney R W, Van Tiem J. 2000. ELISA and fecal culture for paratuberculosis (Johne's disease): sensitivity and specificity of each method. Vet Microbiol, Dec, 77(3): 387-98.

IX. ANHANG

Abbildung 2: Verteilung der Werte für den Parameter WBC [G/l] in den verschiedenen Gruppen

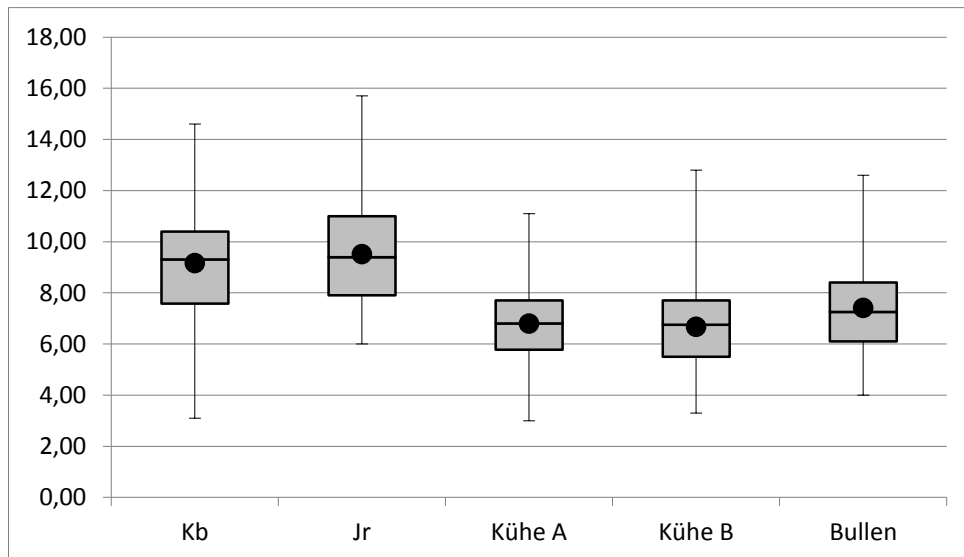


Abbildung 3: Verteilung der Werte für den Parameter Erythrozyten [T/l] in den verschiedenen Gruppen

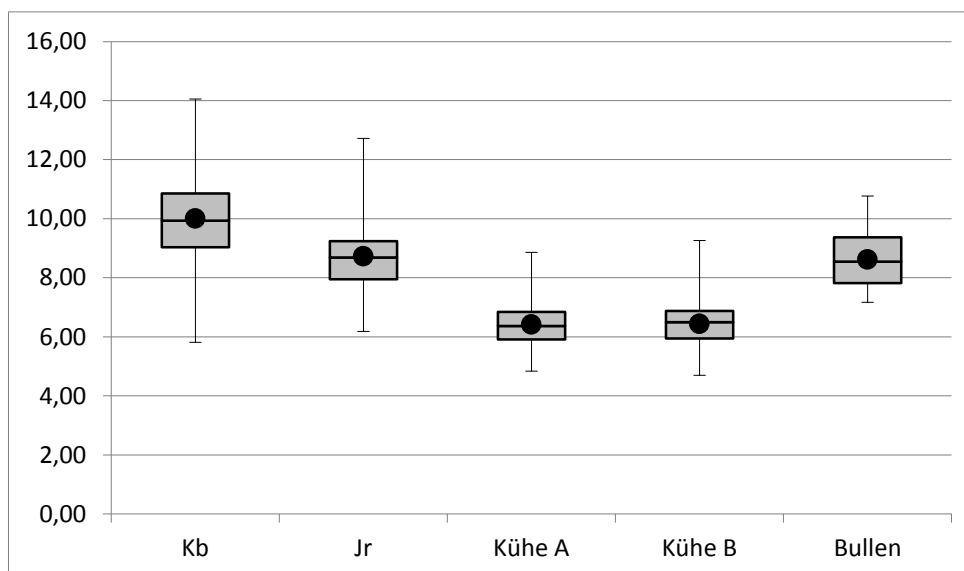


Abbildung 4: Verteilung der Werte für den Parameter Hämoglobin [mg/dl] in den verschiedenen Gruppen

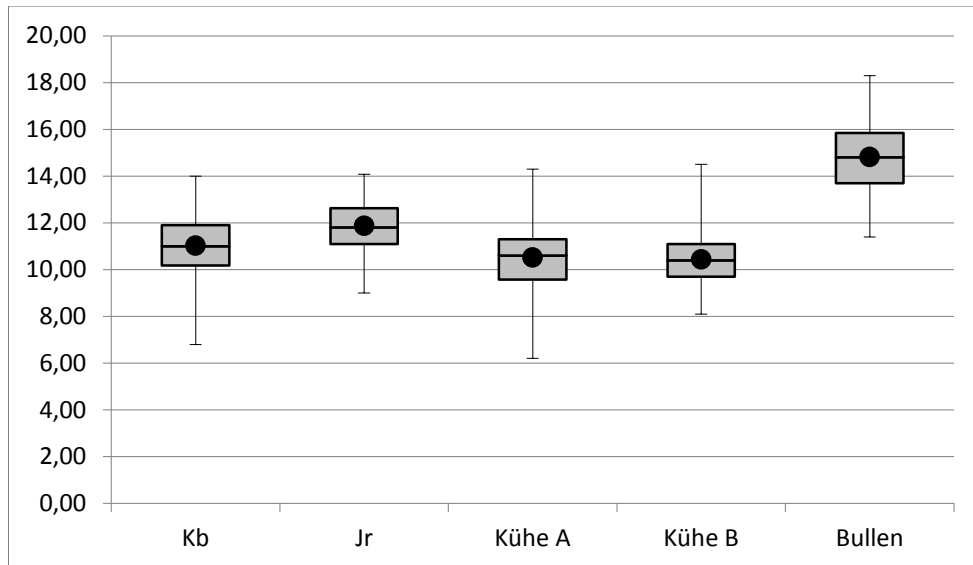


Abbildung 5: Verteilung der Werte für den Parameter Hämoglobin [mmol/l] in den verschiedenen Gruppen

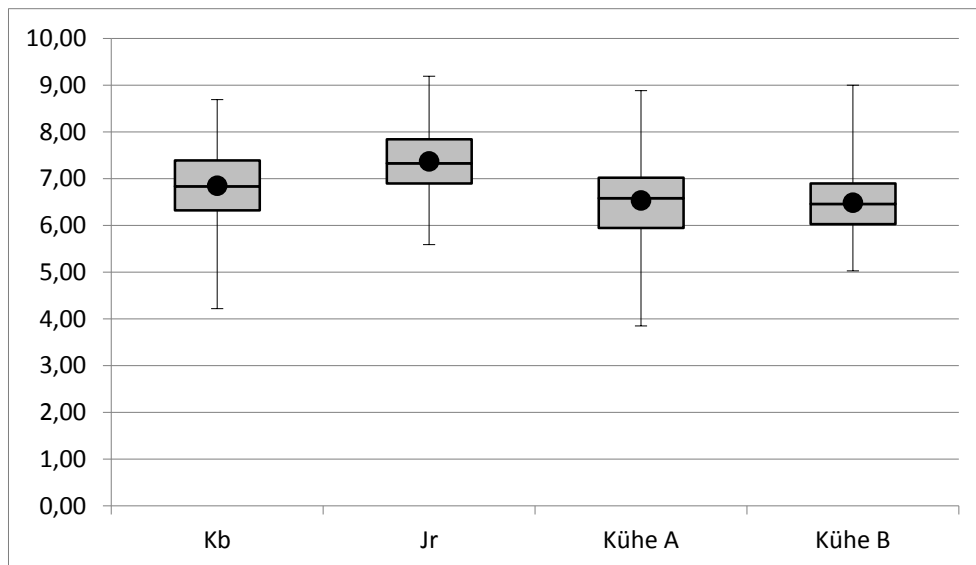


Abbildung 6: Verteilung der Werte für den Parameter Hämatokrit [%] in den verschiedenen Gruppen

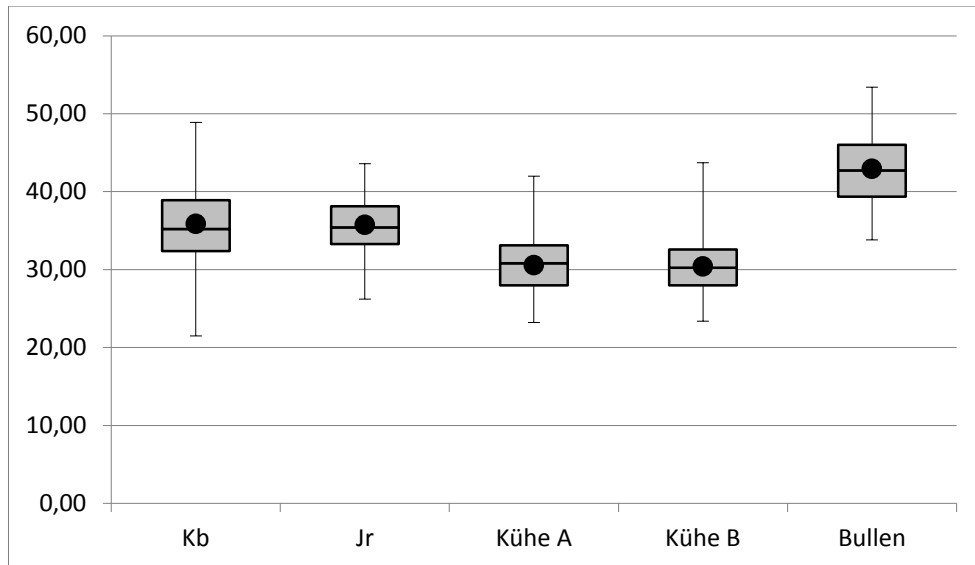


Abbildung 7: Verteilung der Werte für den Parameter MCV [fl] in den verschiedenen Gruppen

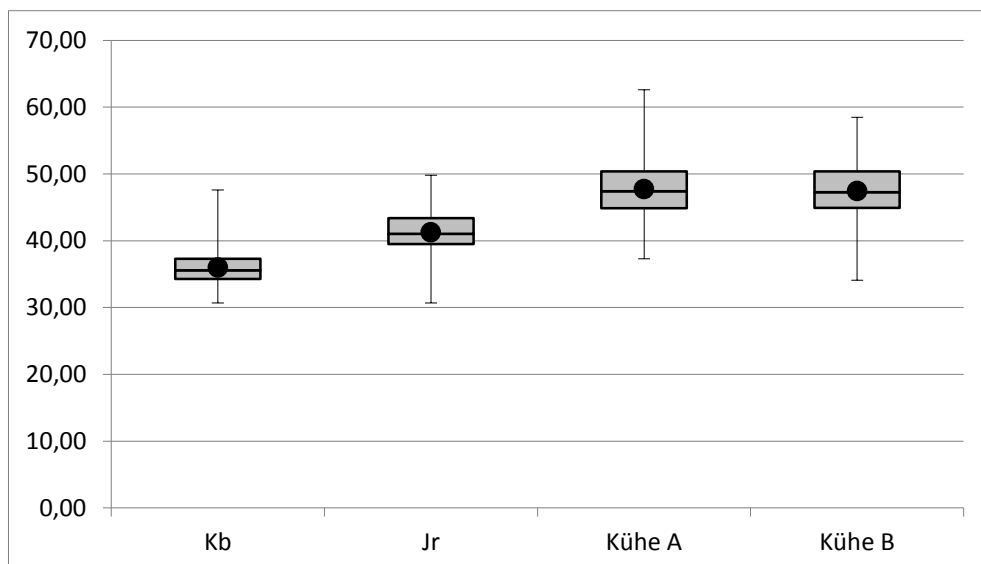


Abbildung 8: Verteilung der Werte für den Parameter MCH [fmol] in den verschiedenen Gruppen

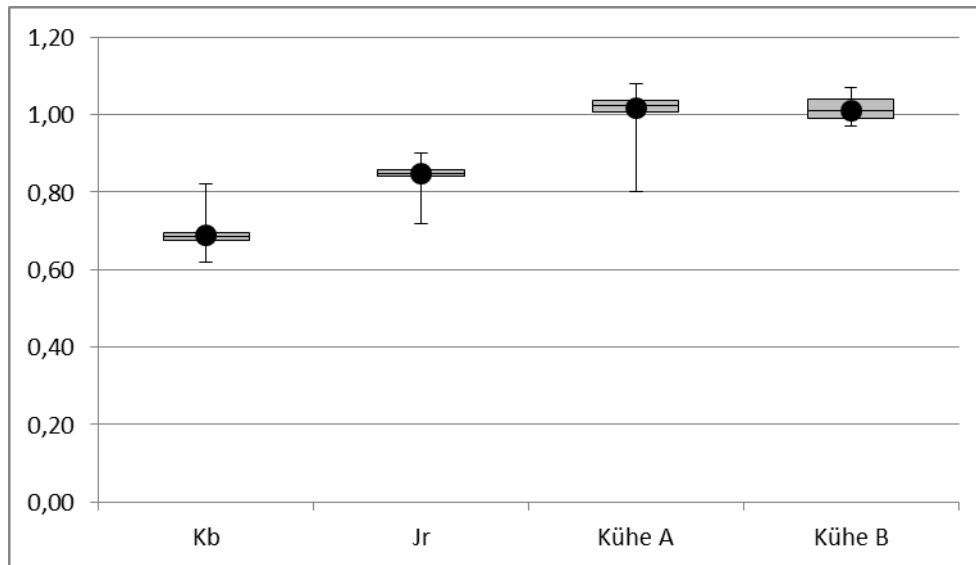


Abbildung 9: Verteilung der Werte für den Parameter MCHC [mmol/l] in den verschiedenen Gruppen

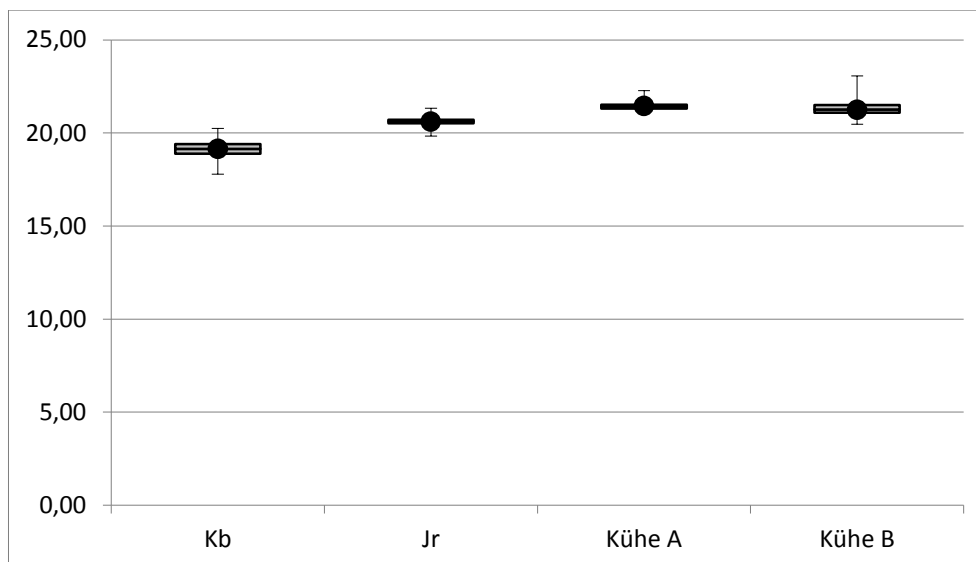


Abbildung 10: Verteilung der Werte für den Parameter PLT [G/l] in den verschiedenen Gruppen

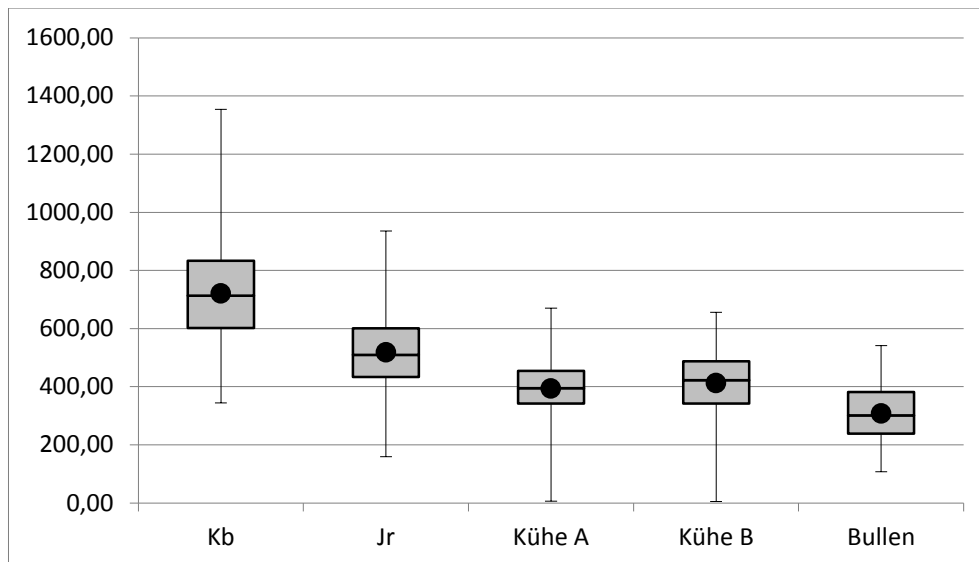


Abbildung 11: Verteilung der Werte für den Parameter GSH-Px [U/gHb] in den verschiedenen Gruppen

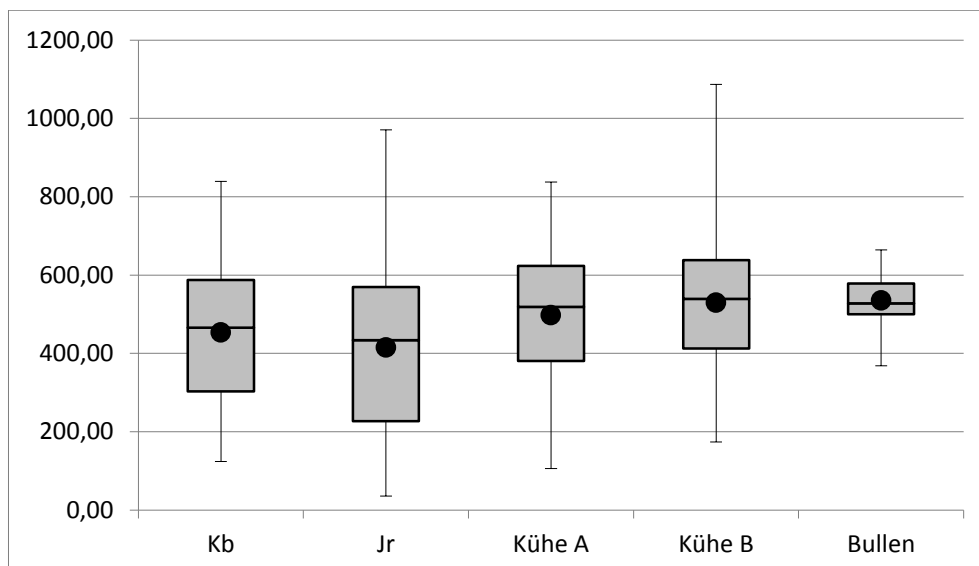


Abbildung 12: Verteilung der Werte für den Parameter Glukose [mmol/l] in den verschiedenen Gruppen

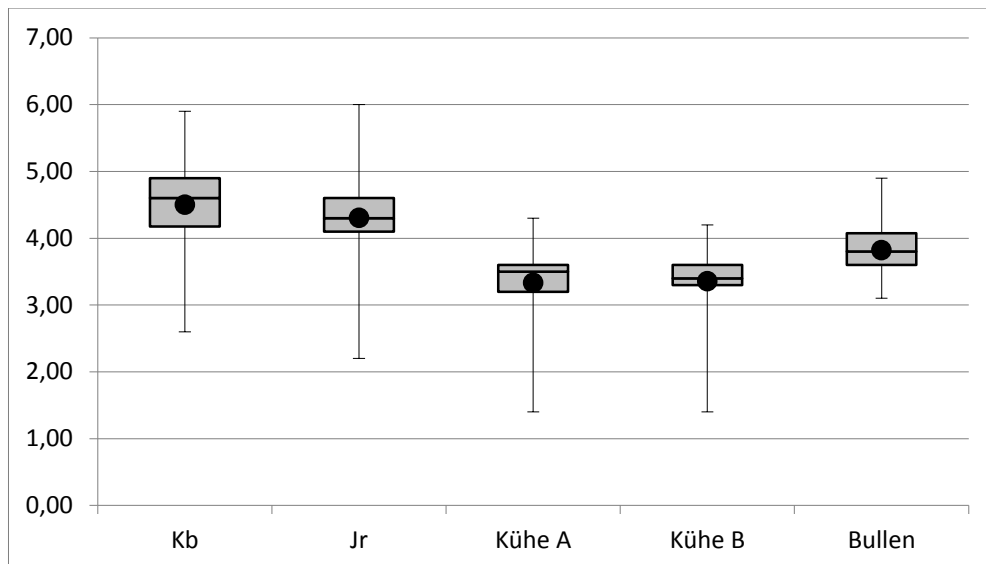


Abbildung 13: Verteilung der Werte für den Parameter L-Laktat [mmol/l] in den verschiedenen Gruppen

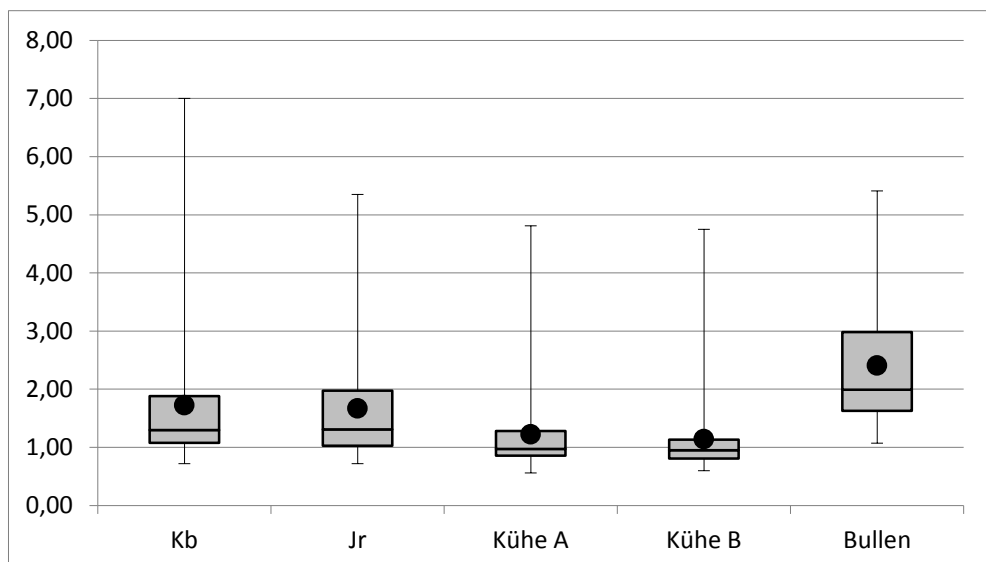


Abbildung 14: Verteilung der Werte für den Parameter D-Laktat [mmol/l] in den verschiedenen Gruppen

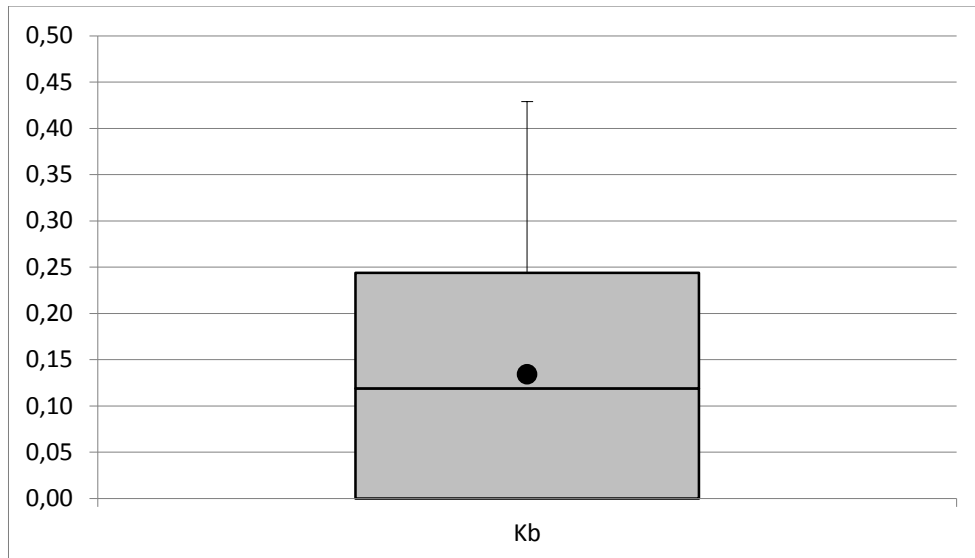


Abbildung 15: Verteilung der Werte für den Parameter Harnstoff [mmol/l] in den verschiedenen Gruppen

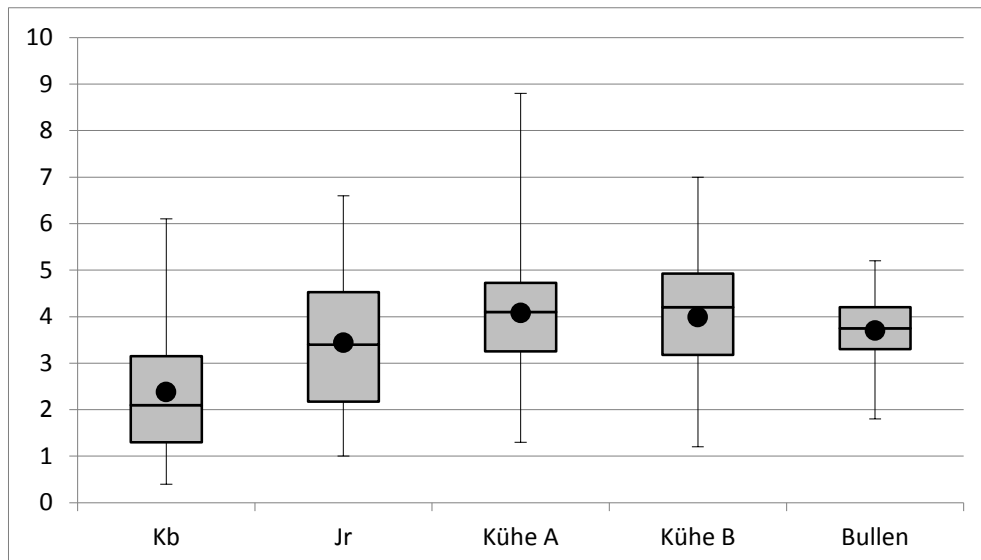


Abbildung 16: Verteilung der Werte für den Parameter Kreatinin [$\mu\text{mol/l}$] in den verschiedenen Gruppen

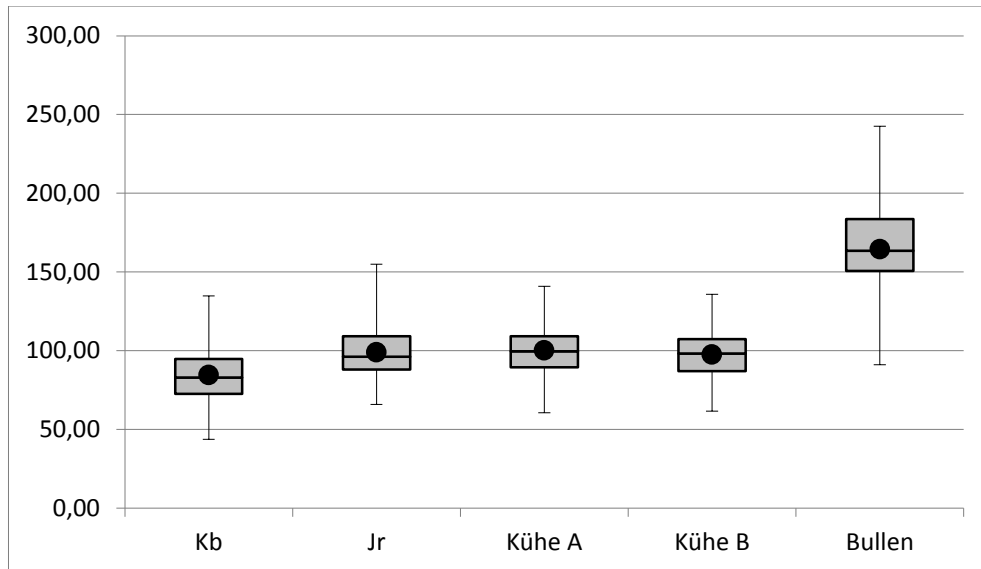


Abbildung 17: Verteilung der Werte für den Parameter Gesamteiweiß [g/l] in den verschiedenen Gruppen

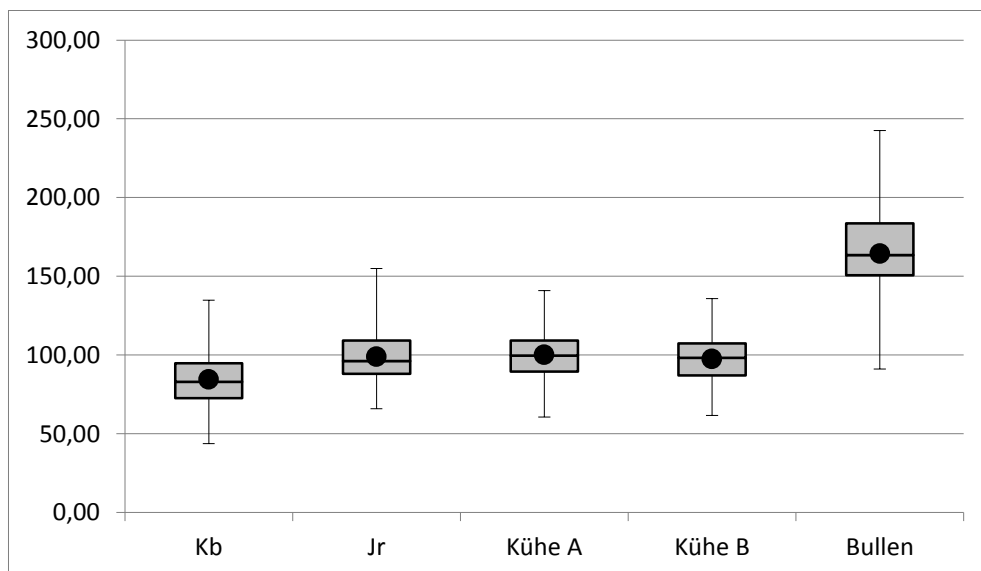


Abbildung 18: Verteilung der Werte für den Parameter Albumin [g/l] in den verschiedenen Gruppen

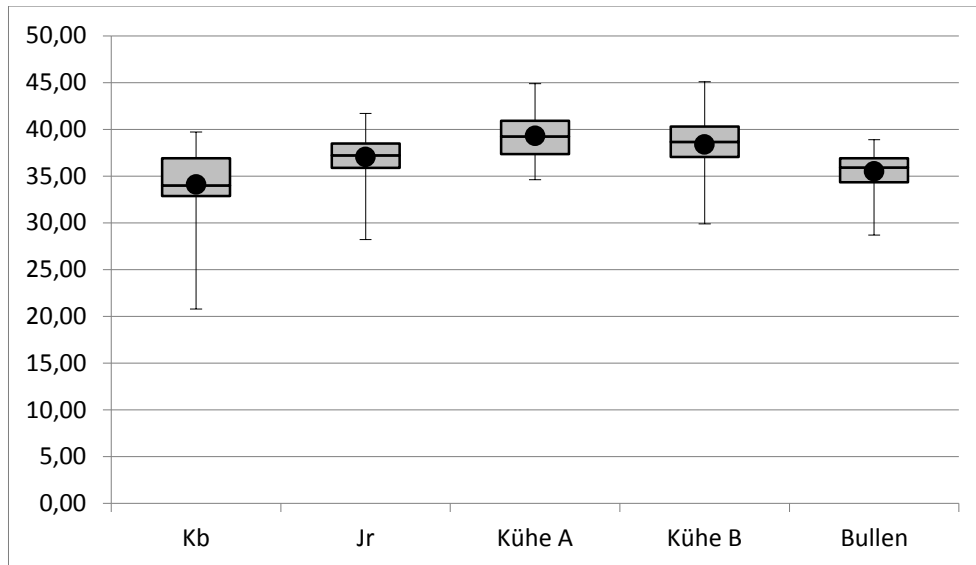


Abbildung 19: Verteilung der Werte für den Parameter Globulin [g/l] in den verschiedenen Gruppen

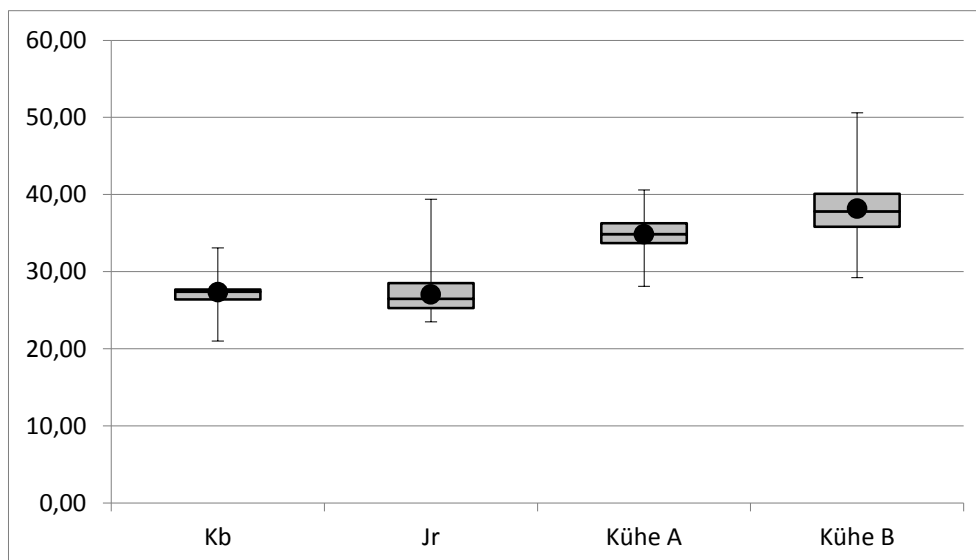


Abbildung 20: Verteilung der Werte für den Parameter Bilirubin [$\mu\text{mol/l}$] in den verschiedenen Gruppen

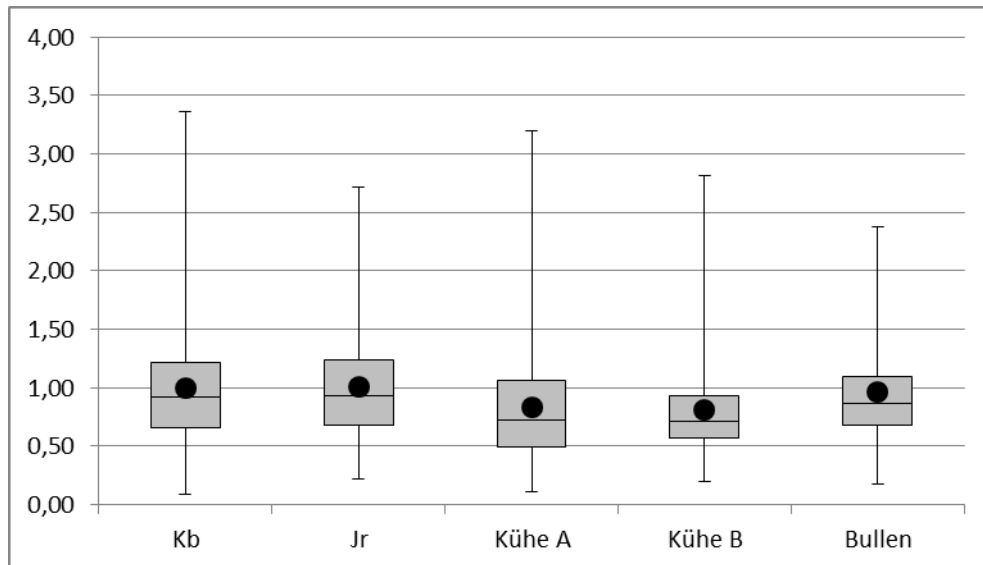


Abbildung 21: Verteilung der Werte für den Parameter AST [U/l] in den verschiedenen Gruppen

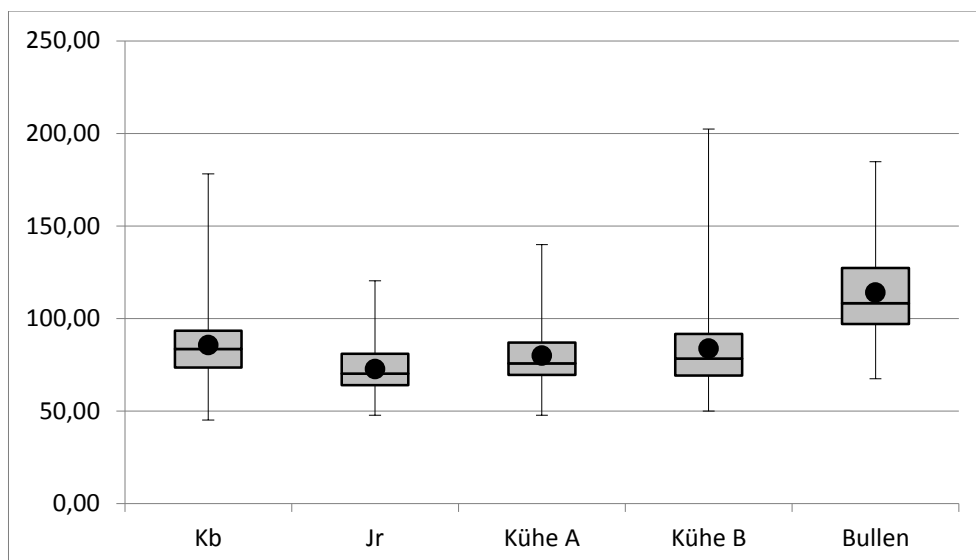


Abbildung 22: Verteilung der Werte für den Parameter GGT [U/l] in den verschiedenen Gruppen

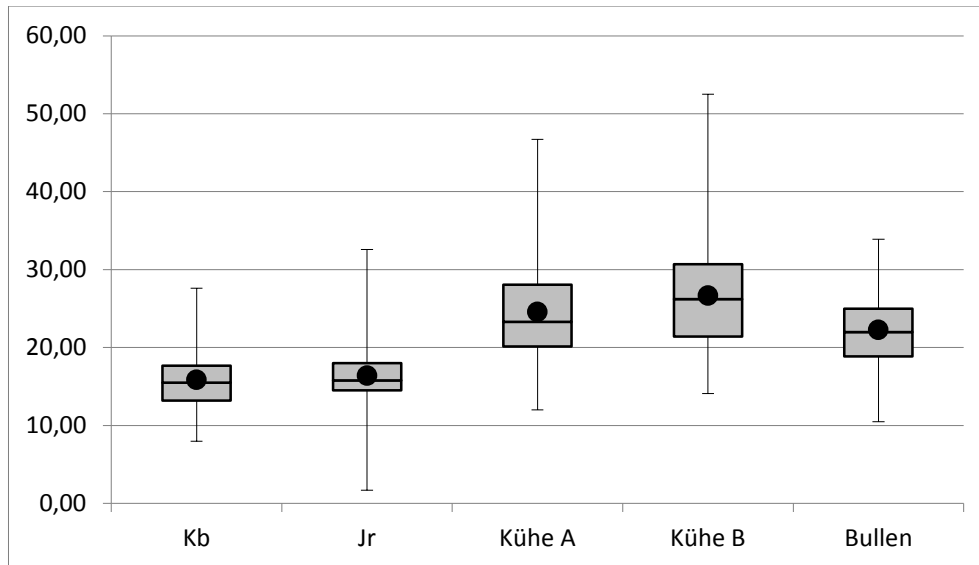


Abbildung 23: Verteilung der Werte für den Parameter GLDH [U/l] in den verschiedenen Gruppen

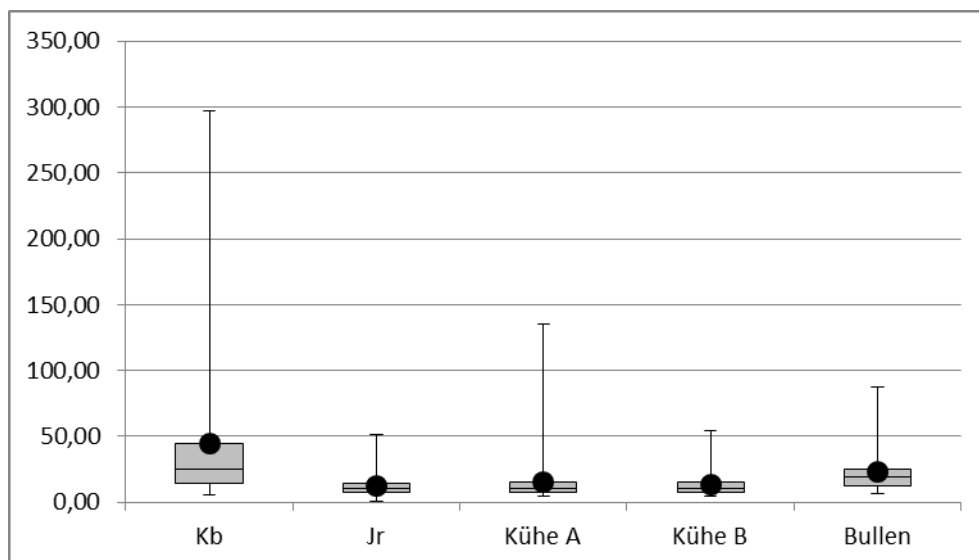


Abbildung 24: Verteilung der Werte für den Parameter CK [U/l] in den verschiedenen Gruppen

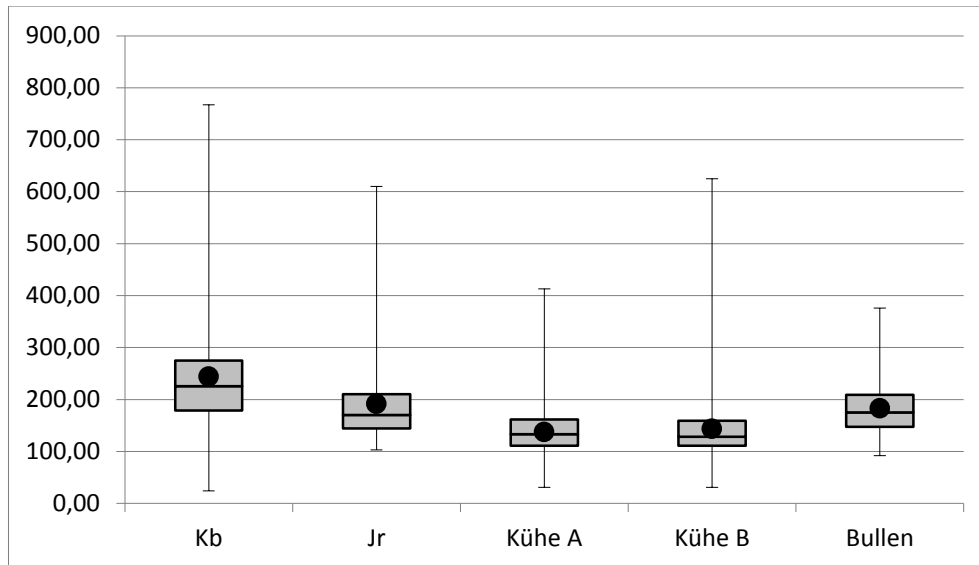


Abbildung 25: Verteilung der Werte für den Parameter CK/AST in den verschiedenen Gruppen

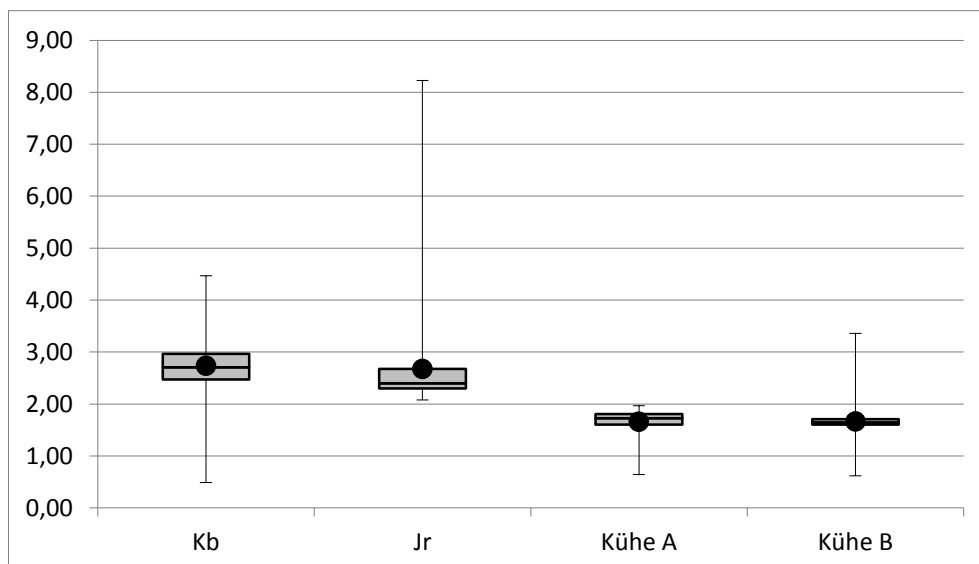


Abbildung 26: Verteilung der Werte für den Parameter Phosphor [mmol/l] in den verschiedenen Gruppen

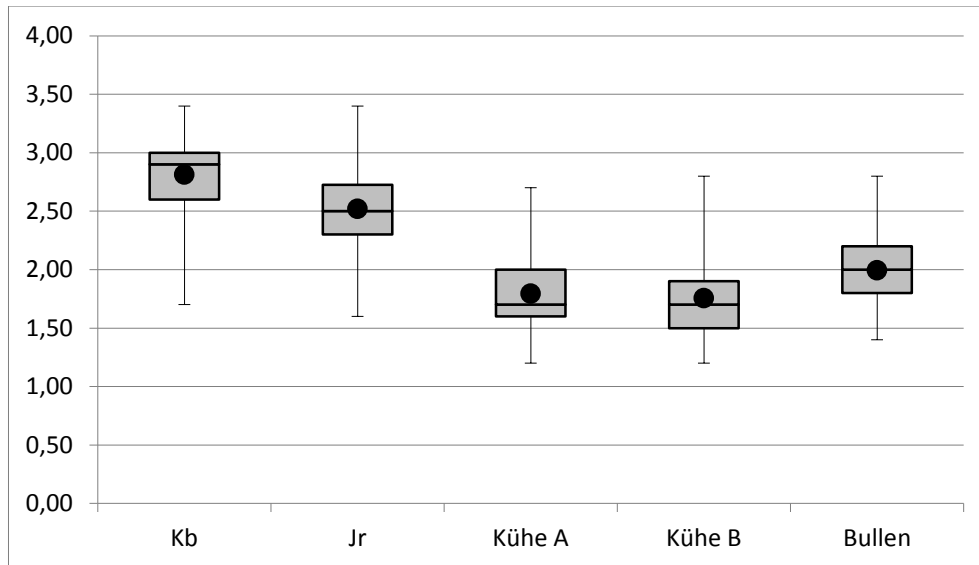


Abbildung 27: Verteilung der Werte für den Parameter Magnesium [mmol/l] in den verschiedenen Gruppen

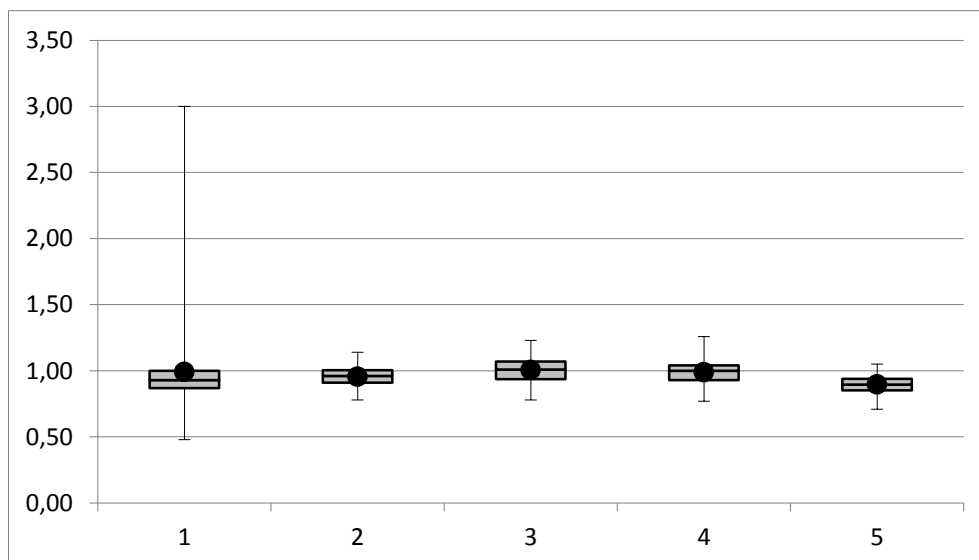


Abbildung 28: Verteilung der Werte für den Parameter Kalzium [mmol/l] in den verschiedenen Gruppen

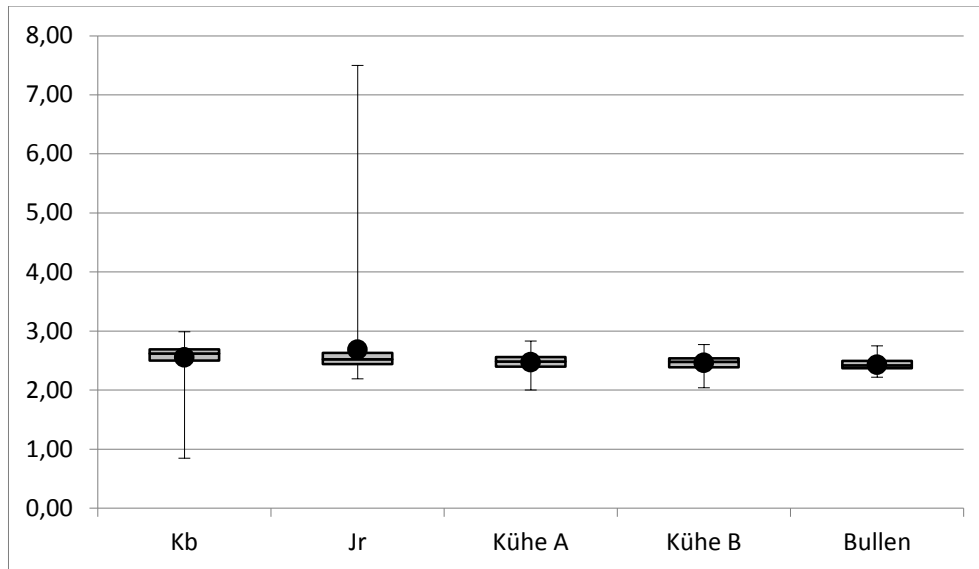


Abbildung 29: Verteilung der Werte für den Parameter Eisen [$\mu\text{mol/l}$] in den verschiedenen Gruppen

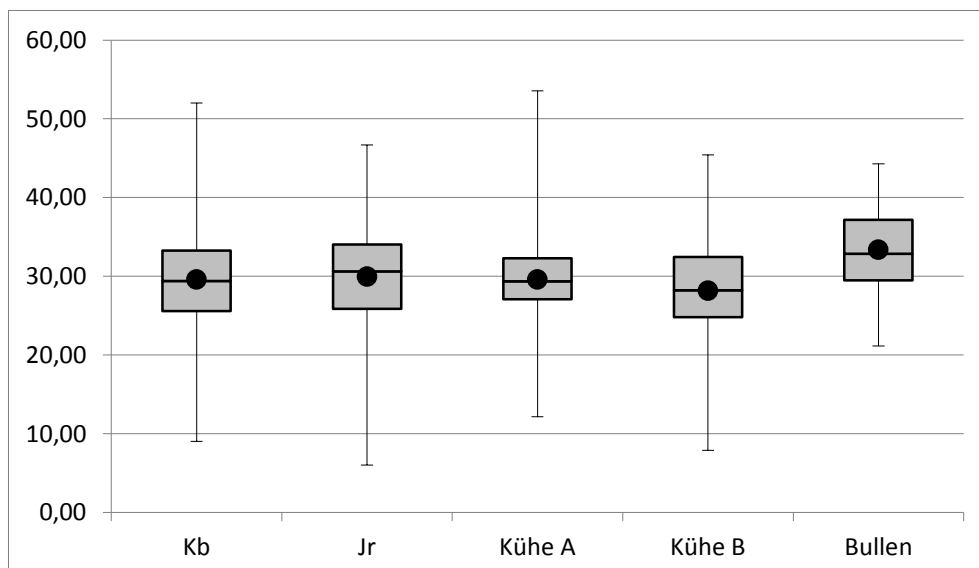


Abbildung 30: Verteilung der Werte für den Parameter B-HBA [mmol/l] in den verschiedenen Gruppen

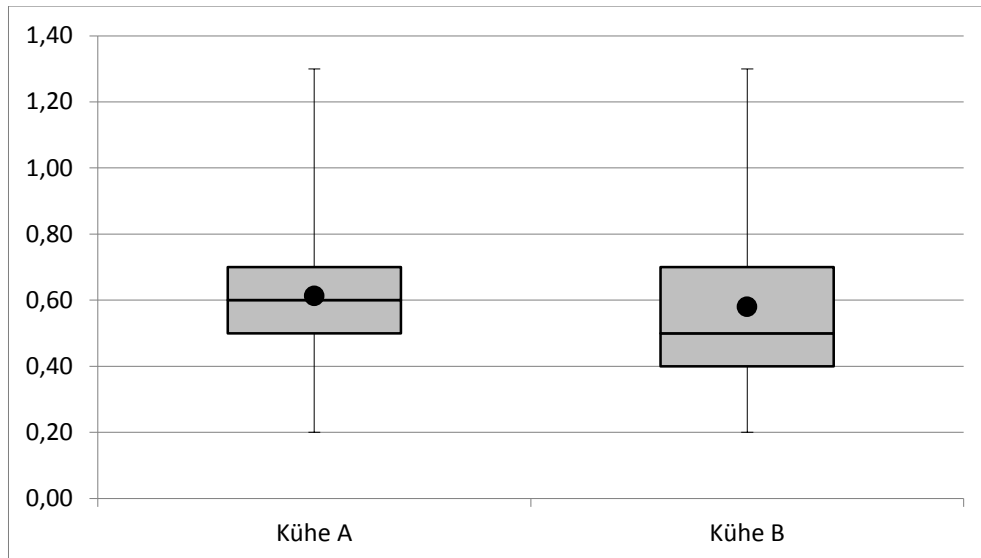


Abbildung 31: Verteilung der Werte für den Parameter Kupfer [$\mu\text{mol/l}$] in den verschiedenen Gruppen

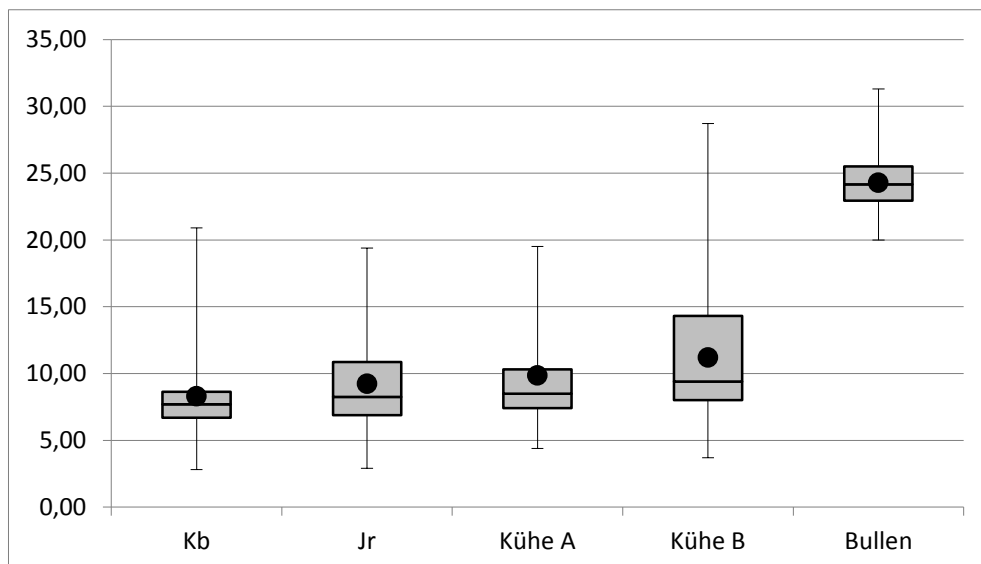


Abbildung 32: Verteilung der Werte für den Parameter Zink [$\mu\text{mol/l}$] in den verschiedenen Gruppen

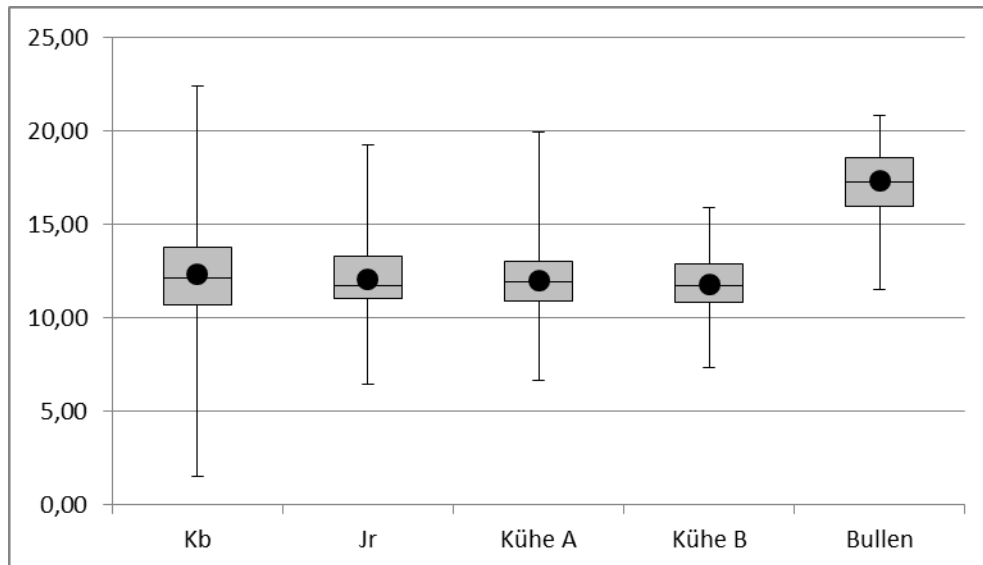


Abbildung 33: Verteilung der Werte für den Parameter Natrium [mmol/l] in den verschiedenen Gruppen

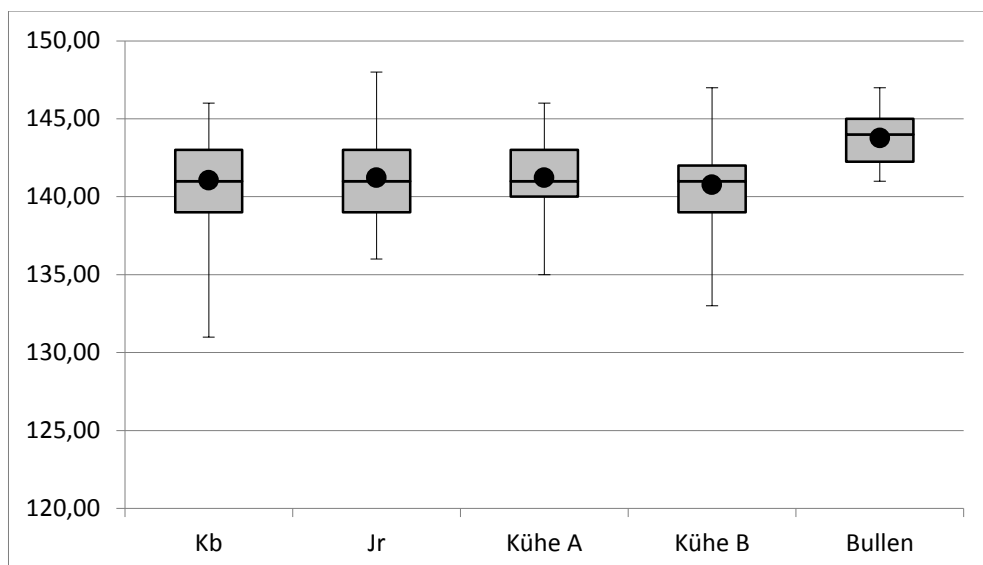


Abbildung 34: Verteilung der Werte für den Parameter Kalium [mmol/l] in den verschiedenen Gruppen

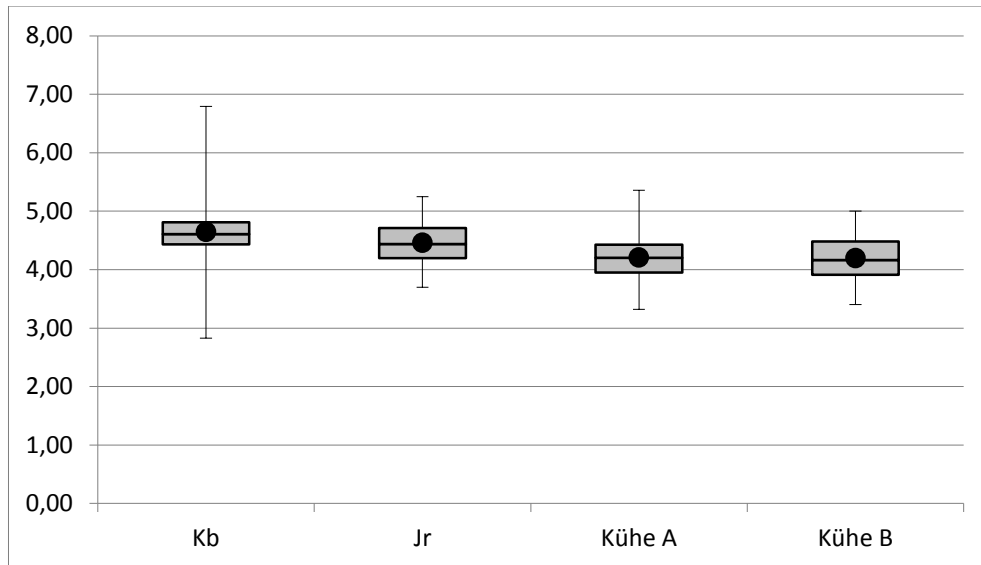


Abbildung 35: Verteilung der Werte für den Parameter Chlorid [mmol/l] in den verschiedenen Gruppen

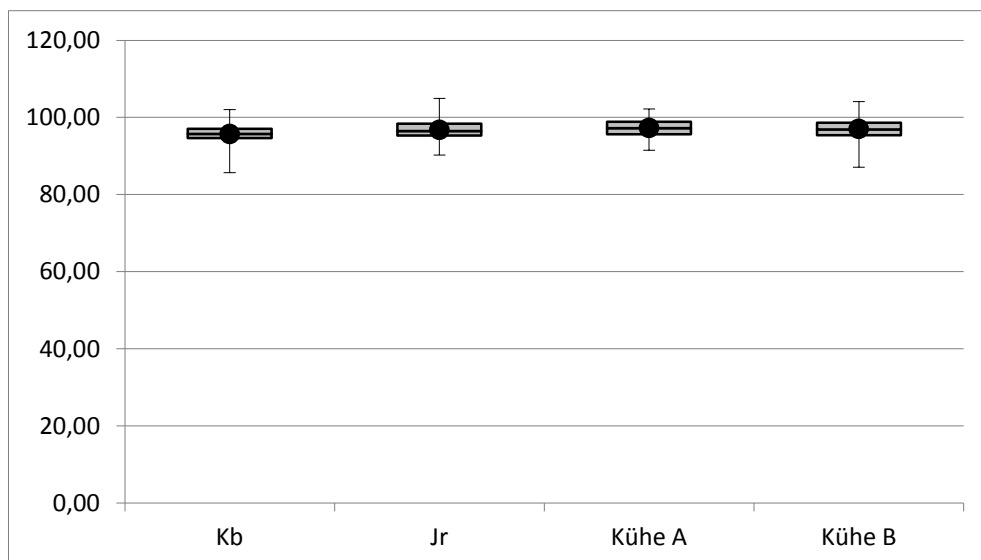


Tabelle 14: Minimalwerte, Maximalwerte, Standardabweichung und Referenzbereiche ermittelter, parametrischer Werte, deren Referenzbereich Minimal- und/ oder Maximalwert über- bzw. unterschreiten

Altersgruppe	Parameter	Minimalwert	Maximalwert	Standardabweichung	Referenzbereiche
Kälber	Kalzium [mmol/l]	0,85	2,99	3,444	1,88 – 3,23
Jungrinder	Kreatinin [μmol/l]	65,92	154,94	17,493	64,62 – 133,19
	Globulin [g/l]	23,50	39,40	2,464	22,19 – 31,86
Kühe Gruppe 3a	MCHC ¹ [mmol/l]	21,06	22,27	0,208	21,04 – 21,86
	Harnstoff [mmol/l]	1,30	8,80	1,432	1,27 – 6,88
	AST ² [U/l]	47,80	139,90	16,595	47,35 – 112,40
	GGT ³ [U/l]	12,00	46,70	6,614	11,60 – 37,53
	CK ⁴ /AST ⁵	0,64	1,97	0,281	1,10 – 2,21
Kühe Gruppe 3b	Glukose [mmol/l]	1,40	4,20	0,440	2,49 – 4,22
	AST [U/l]	50,00	202,40	25,599	33,51 – 133,86
	GGT [U/l]	14,10	52,50	7,401	12,13 – 41,14
Bullen	WBC ⁶ [G/l]	4,00	12,60	1,754	3,97 – 14,94
	GSH-Px ⁷ [U/gHb]	368,20	664,50	68,621	400,36 - 669,35
	Glukose [mmol/l]	3,10	4,90	0,386	3,06 – 4,57
	Gesamt-eiweiß [g/l]	61,00	89,90	6,845	64,11 – 90,94
	Albumin [g/l]	28,70	38,90	2,031	31,51 – 39,47
	AST [U/l]	67,40	184,70	25,845	63,19 – 164,50
	GGT [U/l]	10,50	33,90	4,958	12,55 – 45,89
	CK [U/l]	92,00	376,00	54,516	75,71 – 289,42
	Zink [μmol/l]	11,50	20,80	1,935	13,50 – 21,08
	Natrium [mmol/l]	141,00	147,00	1,616	140,59- 146,93

¹MCV: Mean corpuscular volume

²AST: Aspartat-Aminotransferase

³GGT: Gamma-Glutamyltransferase

⁴CK: Kreatinkinase

⁵AST: Aspartat-Aminotransferase

⁶WBC: White blood cells

⁷GSH-Px: Glutathion-Peroxidase

Tabelle 15: Referenzwerte zur Beurteilung des roten Blutbildes und Leukozyten (DIRKSEN *et al.*, 2006)

Parameter	Referenzbereich
Hämatokrit	0,2-0,39 l/l ⁽¹⁾ 28-39 %
Hämoglobingehalt	5,6-8,7 mmol/l ⁽²⁾ 90-140 g/l ⁽³⁾
Erythrozytenzahl	5,0-8,0 T/l ⁽⁴⁾
MCV ⁵	45-65 fl ⁽⁶⁾
MCH ⁷	0,9-1,5 fmol 14-24 pg ⁽⁸⁾
MCHC ⁹	16-21 mmol/l 26-34 g/100 ml
Serumeisengehalt	13-44 µmol/l ⁽¹⁰⁾ 750-2500 µg/l
Totale Eisenbindungskapazität	29-53 µmol/l 1620-3000 µg/l
Leukozyten	5000-10.000/µl Jungtiere: 8000-12000/µl

¹l: Liter

²m: Milli, 10⁻³

³g: Gramm

⁴T: Tera, 10¹²

⁵MCV: Mean corpuscular volume

⁶f: Femto, 10⁻¹⁵

⁷MCH: Mean corpuscular hemoglobin

⁸p: Pico, 10⁻¹²

⁹MCHC: Mean corpuscular hemoglobin concentration

¹⁰µ: Micro, 10⁻⁶

Tabelle 16: Referenzbereiche zur Beurteilung verschiedener Parameter (DIRKSEN *et al.*, 2006)

Parameter	Untersuchungsmaterial/ Altersgruppe	Referenzbereich
Kupfer	Serum	0,8–1,7 mg/l ^{1,2,3}
	Plasma	0,8–1,2 mg/l 12–20 µmol/l ⁴
Natrium (Serum)	Rind	135–155 mmol/l
	Kalb	115–145 mmol/l
Magnesium		0,7–1,2 mmol/l

Kalium (Serum)		3,5–5,0 mmol/l
Gesamtproteingehalt		6-8 g/dl ⁵
relativer Albumingehalt		> 20 %
alpha- und beta-Globulin		< 20 %
gamma-Globulin		< 45-50 %

¹m: Milli, 10⁻³⁴μ: Micro, 10⁻⁶²g: Gramm⁵d: Dezi, 10⁻¹³l: Liter

Tabelle 17: Referenzbereiche des roten Blutbilds und des Parameters Leukozyten (KRAFT und DÜRR, 2005)

Parameter	Referenzbereich
Hämatokrit	28-38 % 0,28- 0,38 l/l ⁽¹⁾
Erythrozytenzahl	5,0-10,0 x 10 ⁶ /μl ⁽²⁾ 5,0-10,0 T/l ⁽³⁾
Hämoglobingehalt	9,0-14,0 g/dl ^(4.5) 5,6-8,7 mmol/l ⁽⁶⁾
MCH ⁷	11-17 pg ⁽⁸⁾ 0,7-1,0 fmol ⁽⁹⁾
MCHC ¹⁰	31-34 g/dl 19-21 mmol/l
MCV ¹¹	46-65 μl 46-65 fl
Leukozyten	5000-10.000/μl Kalb: 4000-12000/μl

¹l: Liter²μ: Micro, 10⁻⁶³T: Tera, 10¹²⁴g: Gramm⁵d: Dezi, 10⁻¹⁶m: Milli, 10⁻³⁷MCH: Mean corpuscular hemoglobin⁸p: Pico, 10⁻¹²⁹f: Femto, 10⁻¹⁵¹⁰MCHC: Mean corpuscular hemoglobin concentration¹¹MCV: Mean corpuscular volume

Tabelle 18: Referenzbereiche verschiedener Parameter (KRAFT und DÜRR, 2005)

Parameter	Referenzbereich
Zink	12–25 μmol/l ^(1.2)
Eisen	13–33 μmol/l

Kupfer	12,5–32,8 µmol/l
Natrium	135–157 mmol/l ³
Kalium	3,5–4,5 mmol/l
Chlorid	95–110 mmol/l
Kalzium	2,3–2,8 mmol/l
Phosphat	5,0–7,1 mg/dl ^{(4,5)*}
Magnesium	1,9–3,2 mg/dl
	0,8–1,3 mmol/l
Kreatinkinase	bis 100 IU/l ^{(6)**}
	bis 1,7 µkat/l ⁽⁷⁾
Gesamtprotein	6,0–8,0 g/dl
Albumin	51–59 %
	3,0–4,2 g/dl
Alpha ₁ -Globulin	2–7 %
Alpha ₂ -Globulin	0,1–0,3 g/dl
Beta ₁ -Globulin	3–4 %
	0,2–0,3 g/dl
Beta ₂ -Globulin	4–8 %
	0,3–0,6 g/dl
Beta ₃ -Globulin	6–10 %
	0,4–0,7 g/dl
Gamma-Globulin	8–12 %
	0,6–0,8 g/dl
Bilirubin	<5,3 µmol/l
Harnstoff	2,5–5,0 mmol/l
Kreatinin	55–150 µmol/l
Aspartat-Aminotransferase	<80 IU/l
Glutamatdehydrogenase	<40 IU/l
Gamma-Glutamyltransferase	<50 IU/l
Glukose	2,2–3,3 mmol/l
Laktat	0,66–2,20 mmol/l

***1,6 – 2,3 mmol/l (1-2 Tage ante partum Absinken der Konzentration bis 1,25 mmol/l)**

****drei Tage post partum bis 250 IU/l, eine Woche post partum <200 IU/l**

¹μ: Micro, 10⁻⁶

²l: Liter

³m: Milli, 10⁻³

⁴g: Gramm

⁵d: Dezi, 10⁻¹

⁶IU: Internationale Einheit

⁷kat: Katal (Einheit Enzymaktivität)

Tabelle 19: Referenzwerte für das rote und weiße Blutbild (HOLSTEG, 2002)

Parameter	Alter						
	Geburt	6 Monate	16 Monate	24 Monate	4 Jahre	8 Jahre	10 Jahre
Erythrozyten [T/l] ^(1,2)	7,79–11,59		6,72-10,32	5,90–8,44			
Hämoglobin [mmol/l] ⁽³⁾	6,00–8,62			5,50–8,14			
Hämatokrit [l/l]	0,26–0,38			0,24–0,35			
MCV ⁴ [fl] ⁽⁵⁾	31,40-42,95	27,00-36,10	31,40-42,95		37,70-50,00		
MCHC ⁶ [mmol/l]		21,47-24,18	22,01-24,72	22,29–24,34			
MCH ⁷ [fmol]	0,66–0,84		0,73-1,00	0,86–1,16			
Retikulozyten [G/l] ⁽⁸⁾	2,72-17,00			2,84–17,26			
Thrombozyten [G/l]	237-1025		197-648	186-596			
WBC ⁹ [G/l]		6,77-19,88					4,36-9,79
Neutrophile [G/l]	1,09–4,82			1,77–5,53			
Lymphozyten [G/l]	4 Wo.: 3,18-7,69	4,50-10,75				3,53-9,25	
Monozyten [G/l]	0,32–1,49		0,28-0,95				
Eosinophile [G/l]				0,10-1,69	0,13–1,24		
Basophile [G/l]	0,06–0,21						

¹T: Tera, 10¹²

²l: Liter

³m: Milli, 10⁻³

⁴MCV: Mean corpuscular volume

⁵f: Femto, 10⁻¹⁵

⁶MCHC: Mean corpuscular hemoglobin concentration

⁷MCH: Mean corpuscular hemoglobin

⁸G: Giga, 10⁹

Tabelle 20: Zusätzliche Referenzwerte verschiedener Autoren für die Parameter GLDH und GGT

Autor	Parameter und Referenzwerte
KLOENE (1974)	GLDH ¹ : 5,6 +/- 3,3 U/l ^(2,3)
FÜRLI (2002)	GGT ⁴ : <50 U/l
DIRKSEN <i>et al.</i> (2006)	GGT: <20 U/l Kälber 20-50 U/l bis 6. Woche
BLACKSHAW (1978)	GGT: 2-20 U/l

¹GLDH: Glutamatdehydrogenase

²U: Units, internationale Einheit

³l: Liter

⁴GGT: Gamma-Glutamyltransferase

Tabelle 21: Referenzwerte für das Kalb von verschiedenen Autoren

<u>KRAFT und DÜRR (2005):</u>		
Parameter	Alter	Referenzbereich
Phosphat	bis 2 Monate	2,6–3,5 mg/dl ^(1,2,3,4)
	2–6 Monate	2,5–3,1 mg/dl
	6–12 Monate	2,4–2,9 mg/dl
	12–18 Monate	1,6–2,3 mg/dl
Kupfer		9,4–15,7 µmol/l ⁽⁵⁾
<u>OMOLE <i>et al.</i> (2001):</u>		
L-Laktat		2,0 +/- 1,1 mmol/l

¹m: Milli, 10⁻³

²g: Gramm

³d: Dezi, 10⁻¹

⁴l: Liter

⁵µ: Micro, 10⁻⁶

Tabelle 22: Referenzwerte für neugeborene Kälber (HEINDL, 2012)

Parameter	Zeitpunkt der Probennahme		
	präkolostral	1 h ¹ post natum	120 h post natum
Hämoglobin [mmol/l] ^(2,3)	5,9-11,6	5,6-11,9	4,4-10,4
Hämatokrit [%]	30,1-56,1	30,5-54,6	19,5-48,4
Erythrozyten [T/l] ⁽⁴⁾	7,2-12,7	7,3-12,3	5,8-11,2

Leukozyten[G/l] ⁽⁵⁾	2,7-18,6	4,2-17,4	2,7-12,1
MCV ⁶ [fl] ⁽⁷⁾	38,2-48,5	38,1-48,4	35,3-45,4
MCH ⁸ [fmol]	12,4-15,9	12,4-16,0	12,0-15,7
MCHC ⁹ [mmol/l]	19,0-21,5	19,3-21,5	20,3-22,3
Neutrophile [%]	35,9-98,8	36,8-98,1	19,2-76,9
Neutrophile [G/l]	0-14,4	1,9-12,6	0,1-7,1
Eosinophile [%]	0-0,386	0-0,381	0-0,952
Eosinophile. [G/l]	0-0,034	0-0,031	0-0,031
Basophile [%]	0,182-11,940	0,143-10,478	0,426-8,250
Basophile [G/l]	0,019-0,935	0,022-0,826	0,042-0,521
Monozyten [%]	0,6-10,3	0,9-9,8	6,2-29,9
Monozyten [G/l]	0-1,1	0-1,1	0,2-2,5
Lymphozyten [%]	5,8-52,4	5,1-53,4	2,4-51,8
Lymphozyten [G/l]	0,4-6,5	0,4-6,4	0,2-4,5
Thrombozyten [G/l]	172,9-768,3	259,4-730,3	317,7-1139,3

¹h: Stunde²m: Milli, 10⁻³³l: Liter⁴T: Tera, 10¹²⁵G: Giga, 10⁹⁶MCV: Mean corpuscular volume⁷f: Femto, 10⁻¹⁵⁸MCH: Mean corpuscular hemoglobin⁹MCHC: Mean corpuscular hemoglobin concentration**Tabelle 23: Referenzwerte für 5-14 Tage alte Kälber (PÖHLER, 2004)**

Parameter	Referenzwert
Kalzium	2,43-3,17 mmol/l ^(1,2)
Kreatinin	≤158,56 µmol/l ⁽³⁾
Gesamteiweiß	40,9-69,12 G/l ⁽⁴⁾
Albumin	22,18-29,73 G/l
Magnesium	0,71-1,07 mmol/l
Phosphor anorganisch	2,3-3,5 mmol/l
Harnstoff	≤10,83 mmol/l
Bilirubin	≤15,91 µmol/l
D-Laktat	≤5,47 mmol/l
Glutamatdehydrogenase	≤117,05 IU/l ⁽⁵⁾
Aspartat-Aminotransferase	≤80,08 IU/l

Kreatinkinase	$\leq 236,23$ IU/l
Transketolase	$\leq 172,65$ %

¹m: Milli, 10^{-3}

²l: Liter

³ μ : Mirco, 10^{-6}

⁴G: Giga, 10^9

⁵IU: Internationale Einheit

Tabelle 24: Endoparasiten beim Rind (Auswahl) (nach DEPLAZES *et al.*, 2012. ROMMEL *et al.*, 2000. BAUER, 1990)

Reich	Stamm	Unterstamm	Klasse	Vertreter	Nachweisverfahren	Anmerkungen
Metazoa	Nematoda (Rundwürmer, Fadenwürmer)		Secernentea	<i>Ostertagia ostertagi</i> und <i>leptospicularis, circumcincta</i>	Flotation	Magen-Darm-Parasiten, starker Blutverlust, normozytäre, hypochrome Anämie, Leukopenie durch abomasalen Blutverlust, zum Teil Hypoproteinämie, insbesondere Hypalbuminämie.
				<i>Trichostrongylus axei</i>		
				<i>Cooperia spp.</i>		
				<i>Hämonchus spp.</i>		
				<i>Nematodirus helvetianus/ battus</i> und <i>filicollis</i>	Flotation	
				<i>Capillaria spp, Strongyloides papillosus, Bunostomum phlebotomum</i> (Hakenwurm), <i>Toxocara vitulorum</i> (Spulwurm)	Flotation	Dünndarm
				<i>Trichuris globulosa/ discolor/ capreoli, Oesophagostomum radiatum</i> und <i>Chabertia ovina</i>	Flotation	Dickdarm
				<i>Dictyocaulus viviparus</i>	Auswanderung	Lungenparasit
	Plathelmintha (Plattwürmer)	Trematoda (Saugwürmer, Egel)	Digenea	<i>Gongylonema pulchrum</i>	Flotation	Oesophagus und Vormägen
				<i>Paramphistomum spp</i>	Sedimentation	Pansen
				<i>Fasciola hepatica</i>	Sedimentation, Antikörpernachweis Milch/Serum	Leber Eier werden schubweise ausgeschieden
				<i>Dicrocoelium dendriticum</i>	Kombiniertes Sedimentation- Flotationsverfahren	Leber
Protozoa	Alveolata		Cestoda (Bandwürmer)	<i>Moniezia benedeni/ expansa</i>	Flotation	Dünndarm
			Coccidea	<i>Eimeria bovis/ zuerni</i>	Flotation	Dünn- und Dickdarm
				<i>Cryptosporidium parvum/ bovis/ andersoni</i>	Karbofuchsinlösung im luftgetrockneten Kotausstrich oder als Bestandsscreening mit Koproantigen-ELISA	Labmagen und Dünndarm
	Metamonada		Trepomonadea	<i>Giardia duodenalis</i>	Flotation	Dünndarm, Zoonosegefahr

Tabelle 25: Futterrationen der Milchviehbetriebe

Betrieb 1	Mais-/Grassilage, Getreide, Rapsschrot, Zuckerschnitzel, Mineralfutter
Betrieb 2	Weizen, Getreideschlempe, Rapsschrot, Körnermais, Zuckerschnitzel, Mineralfutter
Betrieb 3	Mais-/Grassilage, Gras, Getreide, Mineralfutter, Biertreber, Kalk
Betrieb 4	Mais-/Grassilage, Getreide, Rapsschrot, Körnermais, Stroh, Heu, Sojaschrot, Salz
Betrieb 5	Gras, Weizenschrot, Rapsschrot, Körnermais, Stroh, Heu, Sojaschrot
Betrieb 6	Grassilage, Weizenbruch/-schlempe, Rapsschrot, Körnermais, Stroh, Heu, Soja, Mineralfutter, Salz, Kalk
Betrieb 7	Mais-/Grassilage, Weizen, Gerste, Rapsschrot, Körnermais, Stroh, Heu, Soja, Zuckerschnitzel, Mineralfutter
Betrieb 8	Mais-/Grassilage, Weizen, Rapsschrot, Körnermais, Stroh, Heu, Soja
Betrieb 9	Mais-/Grassilage, Getreide, Rapsschrot, Maisschrot, Stroh, Heu, Soja
Betrieb 10	Mais-/Grassilage, Weizen, Gerste, Stroh, Heu, Milchleistungsfutter
Betrieb 11	Mais-/Grassilage, Getreideschrot, Stroh, Heu, Mineralfutter, Salz
Betrieb 12	Mais-/Grassilage, Rapsschrot, Stroh, Heu, Zuckerschnitzel, Biertreber, Milchleistungsfutter
Betrieb 13	Mais-/Grassilage, Gras, Triticale, Hafer, Körnermais, Mineralfutter, Salz, Biertreber
Betrieb 14	Mais-/Grassilage, Getreide, Rapsschrot, Körnermais, Stroh, Heu, Mineralfutter
Betrieb 15	Mais-/Grassilage, Gras, Getreide, Mineralfutter, Kalk
Betrieb 16	Mais-/Grassilage, Weizen, Körnermais, Stroh, Heu, Mineralfutter, Kraftfutter, Salz
Betrieb 17	Mais-/Grassilage, Gras, Triticale, Körnermais, Stroh, Heu, Mineralfutter, Kraftfutter, Salz
Betrieb 18	Mais-/Grassilage, Stroh, Heu, Mineralfutter, Kraftfutter, Kalk
Betrieb 19	Mais-/Grassilage, Rapsschrot, Stroh, Heu, Mineralfutter, Kraftfutter
Betrieb 20	Mais-/Grassilage, Winterweizen/-gerste, Rapsschrot, Körnermais, Sojaschrot, Zuckerschnitzel, Kraftfutter
Betrieb 21	Mais-/Grassilage, Gras, Stroh, Heu, Kraftfutter, Biertreber
Betrieb 22	Mais-/Grassilage, Gras, Stroh, Heu, Milchleistungsfutter
Betrieb 23	Mais-/Grassilage, Weizen, Rapsschrot, Körnermais, Stroh, Heu, Milchleistungsfutter
Betrieb 24	Mais-/Grassilage, Weizen, Rapsschrot, Heu, Mineralfutter
Betrieb 25	Daten wurden nicht erhoben – kein Milchviehbetrieb
Betrieb 26	Daten wurden nicht erhoben – kein Milchviehbetrieb
Betrieb 27	Daten wurden nicht erhoben – kein Milchviehbetrieb

X. DANKSAGUNG

Mein besonderer Dank gilt Frau Univ.-Prof. Dr. Gabriela Knubben-Schweizer für die Überlassung des Themas und die Betreuung, sowie Frau Dr. Annette Pfitzner und Frau Dr. Carola Sauter-Louis, die mir als Betreuer hilfreich zur Seite standen.

Außerdem möchte ich mich bei den Mitarbeiterinnen des Labors der Klinik für Wiederkäuer der Ludwig-Maximilians-Universität bedanken, die das doch sehr umfangreiche Probenmaterial immer zügig und gewissenhaft bearbeitet und ausgewertet haben.

Des Weiteren sind die Landwirte zu nennen, die ihre Tiere für die Untersuchungen zur Verfügung gestellt haben. Auch ihnen gilt mein Dank. Alle waren um einen reibungslosen Ablauf der Probetage bemüht und waren mit großem Interesse am Thema dabei, was die Bedeutung des Themas für die intensiver werdende Nutztierhaltung noch einmal verdeutlicht hat.

Zuletzt möchte ich mich im besonderen Maße bei meinen Eltern bedanken, die mir das Studium ermöglicht haben und immer für mich da sind.